nature
الطبعة العربية
الدوريـــة الشهـــريـة العـالميــة للعـــلـوم

البروتيوم البشـــري

تحليلات عالمية ترسم الصورة المركَّبة للجينوم البشري، استنادًا إلى مطيافيّة الكُتلة صفحة 82

البيولوجيا الحِسِّيَّة

البوصلة البيومغناطيسية

الموجات الراديويّة الضعيفة كافية لتعطيل التَّوَجُّه الجيومغناطيسي

صفحة 68

البيولوجيا التخليقية

الطريقة المُثْلَى لبناء خَلِيَّة

العقبات أمام البيولوجيا التخليقية، من المصطلحات إلى ثغرات المعرفة

صفحة 41

تقنية

التنقيب في النصوص

تحليل لغة براءات الاختراع؛ للتعرف على تقنيّات المستقبل الكبرى

صفحة 22

ARABICEDITION.NATURE.COM
يوليو 2014 / السنة الثانية / العدد 22
ISSN 977-2314-55003

nature

يوليو 2014 / السنة الثانية / العدد 22

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

تُنشَر مجلة "نِيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (5587-2314) ـ مِن قِبَل مجموعة نِيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبَر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلَة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرَة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نِيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلَة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نِيتْشَر" هو: 03/0836-0028، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نِيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلَة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2014. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

تطوُّرات علمية كثيرة مثيرة

في هذا العدد ـ الذي بين أيديكم ـ من *Nature* الطبعة العربية نستمر في تقديم إضاءات على الجديد في مسيرة تطور العلوم؛ لاستكشاف الأنفس والآفاق، وأخص هنا منها بالذكر ما احتوته مقالات قسم «أنباء وآراء»، التي تناولت العديد من الدراسات في تخصصات متنوعة نُشرت في أعداد الطبعة الدولية لدورية *Nature* في الفترة من 8 مايو إلى 5 يونيو 2014.

ففي علم وظائف الأعضاء، يتناول أحد المقالات دراستين نُشرتا في عدد 22 مايو الماضي، تبحثان تحديدًا في الوظيفة المزدوجة للحاجز الدموي الدماغي، حيث تشير نتائجهما إلى أن خاصِّيَّتَين من خواص الحاجز الدموي الدماغي ـ نقل الدهون إلى الدماغ، ونقل الجزيئات عبر الخلايا المبطنة للأوعية الدموية ـ تخضعان للتنظيم من قِبَل البروتين نفسه (Mfsd2a). ويضم هذا القسم أيضًا مقالًا في الأحياء التركيبية، بعنوان «حروف جديدة لأبجدية الحياة»، نُشر في عدد 8 مايو، ويشير إلى أن بناء كائن يمرّ باستقرار زوج من قواعد حمض نووي غير طبيعية يتيح لنا إعادة تعريف السمة الأساسية للحياة، التي تحدّدها القواعد الخمس الموجودة في الأحماض النووية «الأبجدية» المستخدَمة لترميز الحياة على كوكب الأرض.

وإذا انتقلنا إلى المساحة التي تحظى غالبًا باهتمام عامّة الناس، فضلًا عن الباحثين، والمرتبطة بالصحة والمرض والعلاج، فإننا نجد مقالًا حول دراسة نُشرت في عدد 29 مايو الماضي حول القضية التي تشغل المجتمع العلمي في العالم، المتعلقة بمقاومة المضادات الحيوية. ويتناول هذا البحث العلاقة بين الجينات التي تؤدي إلى ذلك في كل من ميكروبات التربة، وميكروبات الجسد البشري، ويشير إلى ما مفاده أنه «على الرغم من تحديد جينات كثيرة قادرة على مَنْح مقاومة تجاه المضادات الحيوية في ميكروبات التربة، فإن الدراسة وجدت أن عددًا قليلًا منها تشترك به العوامل المُمْرِضة للبشر، وأن هناك نقلًا محدودًا للجينات ضمن مجتمعات التربة». أما المهتمون بعلوم الفيروسات وعلاج أمراضها، فيستطيعون أن يجدوا بغيتهم في المقال الذي يحمل عنوان «انتصارات العلاج»، الذي يحمل البُشْرَى بعلاج لمرضى الالتهاب الكبدي، إذ «يشير تلاحق الدراسات الإكلينيكية الأخيرة إلى أننا على أعتاب تطوير أدوية جيّدة التحمُّل، ويمكن تناولها عن طريق الفم، تقضي بكفاءة على فيروس التهاب الكبد الفيروسي (ج) لدى معظم الأفراد المصابين به، إن لم يكونوا جميعهم».

وعندما ننتقل إلى مساحات أقرب لعلوم البيئة ـ وهي مساحات تحظى باهتمام عام أيضًا ـ نجد أننا أمام مقال يحمل عنوانًا، هو: «العرض والطلب»، يتناول التنوع الحيوي، ويعرض لدراسة نُشرت في عدد 8 مايو، حيث تشير البيانات التي جمعَتها تلك الدراسة عن الطيور المغردة في الهيمالايا إلى أن الخطوة المحدِّدة لسرعة إنتاج التنوع الحيوي قد لا تكون هي سرعة تكوين الأنواع، بل السرعة التي يتم بها تكوُّن مجالات بيئية جديدة. أما في مجال البيولوجيا الحسية، فإننا ننشر هنا ترجمة للمقال الذي يتناول دراسة نُشرت في عدد 15 مايو من الطبعة الدولية، وتشير إلى أن الموجات الراديوية الضعيفة في نطاق الموجة المتوسطة كافية لتعطيل التوجُّه الجيومغناطيسي لدى الطيور المُهاجرة، وفقًا لدراسة دقيقة، إلا أن الفيزياء الحيوية الكامنة وراء ذلك لا تزال لغزًا.

أما في مجال علم الكون، فتقدِّم ترجمة مقال «كون افتراضي» عرضًا للمحاكاة الرقمية لتَشَكُّل بِنْيَة الكون، التي تُنتِج سمات واسعة وصغيرة النطاق لحيِّز نموذجي منه، من وقت مبكر من تاريخ تَشَكُّله إلى اليوم. أمّا المهتمون بمجال علم المواد، فيستطيعون أن يجدوا بغيتهم في مقال «تخزين الطاقة في صورة مغلفة» ـ المنشور في عدد 29 مايو ـ الذي يجيب على سؤال: هل يمكن استخدام الكابلات والأسلاك في تخزين الطاقة، فضلًا عن استخدامها في توصيل الكهرباء؟ والإجابة التي يقدمها هذا المقال هي «نعم»، وبقوة، وذلك إذا تم تغليفها بجهاز مكثِّف فائق. وهو اكتشاف من شأنه أن يفتح المجال لعديد من التطبيقات التي يمكن استخدامها في تخزين الطاقة الكهربية التي تُنتجها الألواح الشمسية، أو مولِّدات الطاقة من الرياح، كما يمكن أن تساعد على تصغير الأجهزة الإلكترونية عن طريق خَفْض حجم البطاريات الضخمة المُستخدَمة حاليًا، وغير ذلك من التطبيقات المفيدة.

وفي الختام.. لا شك أن الجديد في العِلْم لا يتوقف على ما نقدمه هنا، فكما يقال «العِلْم بَحْرٌ، لا ساحل له».

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

يوليو 2014 / السنة الثانية / العدد 22

هــذا الشــهــر

افتتاحيات

رؤية كَوْنِيّة



أضواء على البحوث

ثلاثون يومًا

مهن علمية

أحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبـــار فى دائرة الضـوء



تحقيقات

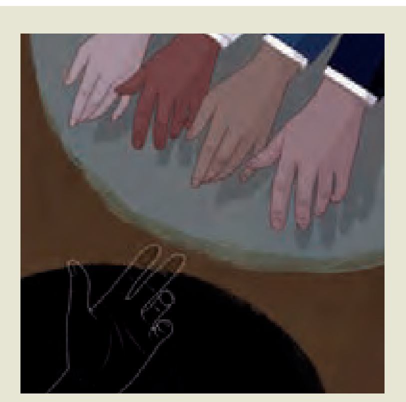


الصحة العالمية

العشاء القاتل

مواقد الكتلة الحيوية النظيفة لا تمثل حلولًا ناجعة صفحة 30

تعليقات



الصحة العقلية

الوقاية من الانتحار

حان الوقت كي يبدأ صانعو السياسات، والممولون، والباحثون، والإكلينيكيُّون التصدِّي لمعدلات الانتحار العالية، وفق ما يقوله أندريه أليمان، ودَميان دِنيس صفحة 44

كتب وفنون

مراسلات

تأبين

مستقبليات



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

يوليو 2014 / السنة الثانية / العدد 22

أبحــاث

أنباء وآراء

NIK SPENCER/ NATURE





ملخصات الأبحاث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشهــر

افتتاحيات

رؤية عالمية إذا كُتب لعلم البيولوجيا التخليقية أن يزدهر، فإننا بحاجة إلى ضبط هذا المجال ودعمه **ص. 10**

الجينوميّات جينوم نوعين من العناكب يكشف كيف يُحْدِث الزعاف الخسائرَ الناجمة عن سُمِّيّته **ص. 12**

المواد علماء في اليابان يكتشفون بلورة عضوية يمكنها أن تستعيد بِنْيَتها بعد تشويهها **ص. 14**

ما زالت معلوماتنا عن الفئران ينقصها الكثير

هناك مشروع يهدف إلى إحداث طفرة جينية في كل جين من جينوم الفئران؛ لتحسين معرفتنا بعِلْم أحياء الفئران، من المُرجَّح أن يسهم في تفادي نتائج غير قابلة للتكرار، وتجارب فاشلة ومُكلِّفة في مجال تطوير الأدوية.

يُعَدّ الفأر ذا مكانة استثنائية في بحوث العلوم المخبرية، لا منازع له فيها. وقد حقق تلك المكانة المُميَّزة بعد أن تم اختياره ـ بعد البشر ـ على رأس الثدييات التي تم ترتيب تسلسل الجينوم الخاص بها. وبفضل فَهْم ذلك الجينوم، أصبح من الممكن تطوير تقنيات جُزيئية جديدة؛ لاستيلاد فئران طافرة، وقد قام العلماء باستيلاد بالآلاف منها. واستخدم العلماء تلك الفئران الطافرة أيضًا لتوضيح طريقة عمل الجينات، والمسارات الجزيئية التي تتحكم فيها في حالتي الصحة والمرض، وكذلك لإلقاء الضوء على الأمراض البشرية، وإنْ تم ذلك بشكل غير مباشر.

وتمّ إنشاء مستودعات مُتخصصة عديدة، ونَشْرها حول العالم؛ لإيواء تلك الفئران الطافرة، وللسماح بتوزيعها على مَنْ يريد. والجميع في هذا السياق ـ لا شك ـ مستفيدون، فقد أصبح بإمكان الباحثين الحصول على أحدث الفئران الطافرة. والعلم يستفيد بشكل أوسع نطاقًا، لأن تلك المستودعات تضمن جودة المُورِّثات، وسلامة الحالة الصحية لكل سلالة، وهو أمرٌ بالغ الأهمية لمقارنة نتائج التجارب المختلفة.

ولا بد من حماية تلك الجودة والدفاع عنها. ففي اجتماع عُقد في ميونيخ بألمانيا في أوائل مايو، أعرب ممثلو المستودعات الواقعة في الصين والولايات المتحدة وأوروبا واليابان وكندا وغيرها من الدول عن شعورهم بالقلق؛ فالتقنية الجديدة تجعل من السهل جدًّا استيلاد فأر مُعدَّل جينيًّا، يكون بإمكان عدد أكبر من العلماء استخدامه، دون أن يكونوا على دراية بالخبرة العامة اللازمة في مجال الهندسة الوراثية. ولا شك أن ذلك القلق يتطلب مناقشة على نطاق أوسع.

في الوقت الحاضر، تتطلب القدرة على صنع جين مُعدَّل ذي جودة عالية في الفئران مهارة بالغة في الهندسة الوراثية وتقنيات التناسل، لكنّ ظهور التقنيات الجديدة والمتقلبة على الساحة ـ كآليات تعديل الجينات، مثل نظام تعديل وتصحيح الجينوم (كرسبر CRISPR)ـ جعل من الهندسة الوراثية للفئران أمرا أقل صعوبة بكثير. فهل سيعني ذلك إنتاج سلسلة من السلالات في ظل مراقبة غير كافية للجودة؟ إذا أصبح الأمر كذلك؛ فسيكون تكرار التجارب أصعب بكثير، وحينئذٍ يمكن أن تتأثر البحوث الطبية بشدة.

منذ عام 2010، ما زال العاملون في مجال مستودعات الفئران ـ جنبًا إلى جنب مع علماء الوراثة ـ يقومون بالتنسيق لتنظيم الاتحاد العالمي لدراسة الأنماط الظاهرية للفئران (IMPC). ويهدف هذا الاتحاد إلى استيلاد فأر طافر ـ يُمكن فيه إغلاق الجين المُستهدَف حسب الطلب ـ لكل جين في جينومه في إطار خلفية جينية محددة. ويتم فحص كل فأر طافر بالتفصيل؛ لاكتشاف التغيرات التي تحدث بالضبط في النواحي الفسيولوجية للفأر، أو في بِنْيَته التشريحية، أو سلوكه، عندما تتم إزالة الجين. إنها مهمة شاقة، بتكلفة مالية ضخمة تُقدَّر إجمالًا بـ900 مليون دولار أمريكي، من المقرر أن تتقاسمها الدول المشاركة.

سوف تكون الألف الأولى من تلك الفئران الطافرة متاحةً في غضون شهرّين، وسيكون هناك عددٌ مُتاحٌ منها يبلغ 15 ألفًا بحلول عام 2021، إذا سارت الأمور وفقًا للخطة الموضوعة. وتَفترِض تلك الخطة أن التمويل اللازم سيستمر في التدفق. ومِثْل كل الكائنات ذات القوة، يُوجَد للفأر أعداء، ربما تؤدي آراؤهم إلى هزّ ثقة وكالات التمويل، التي يُشتهَر عنها بالفعل كراهيتها ورفضها الشديد للاستثمارات الضخمة طويلة الأمد، مثل المستودعات. وتُعدّ الفئران الطافرة ذات قيمة عالية في فَهْم العمليات الحيوية والأخطاء التي يمكن أن تحدث في المسارات الكيميائية الحيوية أو الخلوية في أمراض مثل السرطان، أو الزهايمر. ومع ذلك.. فإن العلماء عادةً ما يعتبرونها نماذج للأمراض البشرية، كما لو كان بإمكان جين مُعالَج أو اثنين بالفعل تكرار مرض ما في نوع أو سلالة مختلفة. فالعلاجات التي يمكنها «شفاء» فأر طافر، ولكنها تُقابَل بالفشل في التجارب الإكلينيكية، تُسيء إلى مكانة الفئران، حسبما أعرب عن أسفه لذلك مؤخرًا ستيفن بيرين، الذي يعمل لدى معهد تطوير علاج للتصلب الجانبي الضموري في كمبريدج بولاية ماساتشوستس، حيث شهد تلك الظاهرة مرات ومرات فيما يتعلق بهذا المرض (*Nature* **507**, 423–425; 2014).

يشكو بعض العلماء من أنّ نَهْج دراسة الأنماط الظاهرية لا يصلح للاعتماد عليه، لأنه عندما تقوم مختبرات مختلفة بتعديل الجين نفسه، يمكن أن تصادفها نتائج مختلفة، إضافة إلى الأزمة الراهنة في قابلية النتائج الحيوية الطبية للتكرار. هناك فروق واختلافات تنشأ عادةً، لأن الفئران في المعامل المختلفة تنتمي إلى سلالات جينية مختلفة، وهذا يصنع فرقًا كبيرًا بخصوص ما إذا كان يمكن تعويض وظيفة جين مفقود، أم لا. من بين الأسباب الأخرى للاختلافات والتباينات.. وجود فيروسات لدى الفئران، قد تغيِّر الطريقة التي يتم بها التعبير عن الجينات. في الواقع، كانت نسبة 12% من السلالات المُقدَّمة إلى أحد مستودعات الفئران الرئيسة ـ وهو مختبر جاكسون في بار هاربور بولاية مين ـ مُلوَّثة بالجراثيم.

«العلاجات التي يمكنها "شفاء" فأر طافر، ولكنها تُقابَل بالفشل في التجارب الإكلينيكية، تُسيء إلى مكانة الفئران».

لهذا السبب.. ينبغي أن تكون هناك مستودعات تحافظ على صحة الفئران المُودَعَة لديها، وجودتها الجينية. ولهذا السبب أيضًا.. هناك أهمية كبيرة للاتحاد العالمي لدراسة الأنماط الظاهرية للفئران. فمن خلال بيان وظيفة كل جين بالتفصيل في إطار خلفية جينية معيارية، سوف يوفر هذا الاتحاد مصدرًا للمعلومات للباحثين لعقود طويلة، وسوف يُسهِم ـ إلى جانب الجهود المبذولة في هذا الإطار ـ في ضمان أنْ تكون النتائج الحيوية قابلة للتكرار. ■

تَجَمُّـع غيـر متـواصل

يجدر بباحثي البيولوجيا التخليقية أن يبنوا جسورًا للتواصل فيما بينهم، قبل الشروع في بناء الخلايا.

يقوم علم البيولوجيا التخليقية (synthetic biology) على بناء الخلايا وتركيبها، أكثر من اعتماده على الرصد والملاحظة. ورغم أن الأوراق البحثية التي وضعت اللبنة الأولى لهذا العِلم نُشرت قبل 14 عامًا فقط، إلا أن العلماء الذين يعتبرون أنفسهم متخصصين في هذا المجال يختلفون عن بعضهم اختلافًا بيّنًا في المقاصد. وعلم البيولوجيا التخليقية ليس علمًا متماسكًا، بقَدْر ما يمثِّل مظلة تجمع فصائل متفرقة من العلماء والباحثين، كل منهم في جزيرة منعزلة. ولا يتواصل هؤلاء العلماء مع بعضهم البعض بالقدر الكافي.

بعض علماء البيولوجيا التخليقية يُصمِّمون دوائر جينية تجعل الميكروبات تقوم بخِدَع مفيدة أو طريفة، كأنْ تومض معًا في وقت واحد، أو تحصر عدد نبضات العناصر الكيميائية، أو تفرز الوقود الحيوي، أو ترصد وتكشف الملوثات في البيئة. والبعض الآخر يراجع التكوين الكيميائي للمواد الأساسية للحياة، ويحاول تصنيع الحمض النووي والبروتينات التي تحتوي على عناصر بنيوية غير طبيعية. ومن ناحية أخرى.. يعكف علماء آخرون على ربط أجزاء

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الحمض النووي؛ لبناء صبغيات (كروموزومات) كاملة. في عام 2010، استبدل فريق من العلماء جينومًا مركبًا بالجينوم الأصلي لأحد أنواع البكتيريا، وفي عام 2014، صنّع فريق علمي صبغيًّا اصطناعيًّا متطورًا للخميرة، بعد إزالة تسلسلات معقدة، وإدخال تسلسلات ملائمة.

حتى أولئك الذين يؤثِّرون بدعواتهم المطالِبَة بالتمويل أو التنظيم، تُحَرِّكُهم أهداف متباينة.. فهم يتفقون على صعوبة التنبؤ بنتائج البيولوجيا التخليقية ، لكن بعضهم يولي الحذر أهمية قصوى، محاولًا تجنُّب أيّ كوارث ربما تنتج عن ميكروب مهندَس وراثيًّا، بينما يركِّز الآخرون على النتائج والمزايا؛ حالِمِين بثورة في الطاقة، والطب، والتغذية، والتصنيع.

حتى الآن، تجنب هذا العلم العديد من مآزق الصورة الذهنية العامة التي حاصرت الكائنات المعدَّلة وراثيًّا (GMO)، إذ أصبح هذا المصطلح يقترن بالمحاصيل المسجَّلة في براءات الاختراع التي تساعد شركات الزراعة على بيع المنتجات بالأدوات المحتمَلة لزراعة الغذاء بكفاءة وفعالية أكبر، أو إنتاج عقاقير أو أدوية تنقذ حياة الناس. وعلى النقيض من ذلك.. أفضل التطبيقات للبيولوجيا التخليقية تتمثل، غالبًا، في تصنيع دواء للملاريا ينقذ حياة البشر، بأسعار ملائمة.

رغم أن علماء البيولوجيا التخليقية مطالَبون بتبديد مخاوف الناس، يجب عليهم أيضًا الاعتناء بهذا العلم من جذوره، عبر توطيد الروابط مع المجالات الأخرى. إنّ الانقسامات الحالية عميقة للغاية، وينبغي على عالِم البيولوجيا التخليقية أن يتعامل مع أي مشروع كفنِّيٍّ مدرَّب، أو مهندس منظِّم، أو مستكشِف مُبدِع. فالباحثون الذين يميلون إلى الهندسة ستربكهم صعوبة التنبؤ، أما باحثو العلوم المَحْضَة، فيميلون إلى العِلْم، وستحبطهم مطالب التعريفات والمعايير.

«قد يستمر الانقسام بين علماء البيولوجيا التخليقية ، ولكن هناك دائمًا سبب وجيه للاعتقاد في قدرتهم على تجنب التفرُّق والاختلاف».

ركّز بعض الباحثين على وضع المعايير، بحيث يمكن بسهولة تبديل ومزج بعض «العناصر» في الخلايا. أما البعض الآخر، فيرفض ذلك، ويحاجج بأن التنوع بين الخلايا والدوائر يستعصي على المواصفات التي يضعها البشر. كما يطالب بعض العلماء بالوصول المفتوح؛ لخلط الاختراعات ومواءمتها، بينما يطلب البعض الآخر بتوفير حماية قوية للملكية الفكرية، مع تحفيز تطوير التطبيقات المفيدة. هذا.. وتشكِّل ندرة التواصل بين هذه المجموعات مادة ثرية ووفيرة لعلماء اجتماع العلوم.

يقترح التقرير الإخباري المنشور بدورية *Nature* الطريق إلى المستقبل (*Nature* **509,** 151; 2014)، وذلك من خلال الجمع بين الوصول المفتوح، وحماية الملكية الفكرية، ليسهما معًا في تشكيل منظومة متنوعة، تتاح فيها أجزاء الدائرة مجانًا، وتتأهل فيها عناصر البناء لبراءات الاختراع. ويمكن سد الفجوات الأخرى عبر الابتكارات التقنية والثقافية. وبإمكان التقنيات المحسَّنة وصف العناصر والمكونات في عدة ظروف، بما في ذلك أنواع الخلايا المختلفة وتشكيلاتها. يساعد كل ذلك على إتاحة بعض القدرة على التنبؤ في التغير المُحيِّر الكامن في الخلايا الحية. ويتجسد ذلك في شركة «أميريس» Amyris في إمريفيل بكاليفورنيا، إحدى أفضل شركات البيولوجيا التخليقية ، التي تمزج منهجي البحث معًا، العشوائي والعقلاني، فهي تقوم كل اسبوع بفحص تحولات سلالات الخميرة التي تتولّد عشوائيًّا، وتلك التي تم تصميمها؛ من أجل التحسين التدريجي للقدرة الإنتاجية للمنتَج الكيميائي.

يرى علماء البيولوجيا التخليقية أن فِرَق العلماء المختلفة فشلت في التواصل، بسبب عدم الاكتراث، وحُكْم العادة، لا بسبب العداء الصريح. وأيًّا كان السبب، فالحاصل أن هذا العِلْم الوليد يعاني من الانقسامات الحادة. فعندما سُئل الخبراء عن كيفية التغلب على العقبات التي تواجه البيولوجيا التخليقية ؛ طالبوا بزيادة التكامل بين الثقافات والتخصصات. وإحدى وسائل تحقيق هذه الغاية هي المسابقة الدولية للآلة المهندَسة وراثيًّا (iGEM)، أو دورات «ابن جينومًا» التدريبية، التي أفرزت أوّل كروموزوم خميرة اصطناعي كامل هذا العام. ورغم أن هذه البرامج يُعِدّها وينظمها أنصار الوصول المفتوح ضمن علماء البيولوجيا التخليقية ، إلّا أنها نجحت في الوصول إلى طلاب الجامعات، بل وطلاب المدارس الثانوية، أي إلى العلماء الناشئين الذين لم يختاروا تخصصًا معينًا بعد، عسى أنْ يقدِّم هؤلاء أفكارًا جديدة ومفيدة في هذا المجال.

إنّ إنشاء جمعية دولية تضمّ علماء البيولوجيا التخليقية ربما يكون وسيلة أخرى لتعزيز الاندماج البَنّاء، مع السماح للمجال بالحفاظ على استقلاليته كعِلْم متماسك. وهناك بعض التطورات المشجِّعة التي تَجَلّت في المؤتمرات الأخيرة، إذ كانت الندوات وجلسات النقاش تضم متحدثين وعلماء أحياء تركيبية من اتجاهات وميول متفرقة، غير أن الأمر يتطلب المزيد من الأبحاث لمعرفة كيفية الجمع بين الملكية الفكرية والوصول المفتوح؛ من أجل تعزيز الابتكار، على سبيل المثال.

قد يستمر الانقسام بين علماء البيولوجيا التخليقية ، ولكن هناك دائمًا سببٌ وجيه للاعتقاد في قدرتهم على تجنب التفرُّق والاختلاف. فقد أصبح من الضروري ـ أكثر من ذي



ما وراء الانقسامات
مستقبل البيولوجيا التخليقية
nature.com/synbio

قبل ـ أن يتّحد علماء البيولوجيا التخليقية في جبهة واحدة. وكما يذكر فولكر تير مولين ـ الرئيس المساعد للشبكة العالمية للأكاديميات العلمية (IAP) ـ في مقاله بقسم «رؤية كونية» في هذا العدد، تتجمع السحب في الأفق؛ منذِرةً بعاصفة وشيكة. لا يتفق الجميع على أن عِلْم البيولوجيا التخليقية وسيلة للخير، وعلى أن المعارضين لهذا العلم قد نجحوا في التعبير عن آرائهم في المشاورات التمهيدية للملتقى العالمي للتنوع الحيوي. وعلى حد قول تير مولين، من الضروري سماع صوت العِلْم المتوازن، قبل أن تؤدي الافتراضات الخاطئة إلى إنشاء تشريعات مُتعِبة وغير ضرورية. هذا ما يجب أن يتفق عليه الجميع. ■

بيانــات رصينــة

لم يكن سهلًا على بنك بيانات البروتين أن يظل حاضنًا لحوالي مئة ألف بِنْية بروتينية.

كان شرلوك هولمز واعيًا، عندما قال ذات مرة: «إنه لخطأ فادح أنْ نطرح نظريات، قبل أن تكون لدينا بيانات». فالبيانات هي دماءُ العلوم الجارية، وهي أساس الابتكار. وخَلْف كل اكتشاف تكون هناك مجموعة من البيانات؛ إلا أنه من الضروري ألا تتخلف البيانات كثيرًا.

لأكثر من أربعة عقود، كان بنك بيانات البروتين هو المخزن الذي أَوْدَعَ فيه علماء الأحياء بياناتهم. وكل الدوريّات الخاصة بالأحياء في العالم تقريبًا ـ بما فيها *Nature* ـ تطلب باستمرار أن يتم إيداع بِنَى البروتينات في البنك قبل النشر. لذا.. كان هناك قلق على بنك البيانات حين قبلت *Nature* خريطة جزيئية لغطاء بروتين كابسيد (الخاص بفيروس الإيدز) في العام الماضي (G. Zhao *et al. Nature* **497**, 643–646; 2013). والمركّب المكون من ملايين الذرات أكبر من أي شيء مُودَع في بنك بيانات البروتين، وكان على فريق البنك أن يجد طريقًا ليكون تفريغُ البيانات متاحًا ومفيدًا في وقت قصير.

هكذا تجري الأمور في بنك بيانات البروتين، الذي يملك الآن أكثر من مئة ألف بِنْيَة، وغيره من المستودعات التي نجحت في أن تظل ضرورية ومفيدة للعلماء. ويمكنك أنْ تسأل العلماء، والممولين، والتقنيين، وغيرهم ممن يعملون معها وبها.

إنّ التمويل عادةً ما يكون هو عامل الحدّ. فذاكرة الحواسيب وقدراتها المعالِجة من الممكن أن تكون رخيصة للغاية، لكن أغلب الأموال تذهب لصرف رواتب العاملين (وكثيرون منهم علماء مدرَّبون بامتياز) الذين ينظمّون ويفحصون البيانات، ويتفاعلون مع المجتمعات العلمية.

هناك طرق عدة لتبقى قواعد البيانات حية وفاعلة. فعلى سبيل المثال.. تَمّ تمويل جين بنك (GenBank) ـ الذي يحتوي على تسلسلات الحمض النووي ـ مباشرةً عبر المركز الوطني لمعلومات التقنية الحيوية (NCBI) التابع للحكومة الأمريكية. ومن ناحية أخرى.. تَحْصُل قاعدة بيانات كمبريدج ـ التي تبلغ من العمر 50 عامًا، وتخزِّن 700،000 بِنْيَة جزيئية صغيرة ـ على دعمها من شركات هذا المجال، ومن حوالي 1300 معهد ومؤسسة.

بنك بيانات البروتين تسانده منظمات عدة، هي التي تتيح الوصول إلى البيانات، وكل منها مموّلة بشكل مستقل. يقول جِيرارد جليَويجت، الذي يرأس الوفد الأوروبي في المعهد الأوروبي للمعلومات الحيوية (EBI) في هينكستون بالمملكة المتحدة، إنّ التنافس الإيجابي بين مجموعته ومجموعات أخرى في اليابان والولايات المتحدة تساعده في الحصول على مِنَح، والإبقاء على قاعدة البيانات. ويتابع جِيرارد: «يصوّت العلماء بضغطة زرّ على حواسيبهم؛ ليذهبوا إلى أفضل مكان يحصلون منه على إجابات لأسئلتهم».

في سبعينات القرن الماضي، كانت بِنَى البروتين تُستخدَم من قِبَل مجموعات صغيرة من علماء التصوير البلوري المهتمين بتفاصيل الإنزيمات. والآن، يستخدم العلماء طيفًا واسعًا من التقنيات المختلفة لتحديد البِنَى، في حين يعمل باحثون من مختلف المجالات على معرفة كيفية عمل البروتين في سياق أوسع، وعلى سبيل المثال.. الخلية السرطانية. ويجب أن تتغير قاعدة البيانات مع الوقت، وإلّا واجهت الاضمحلال.

إنّ إغلاق قاعدة بيانات ليس أمرًا مزعجًا، طالما ظلت المعلومات متاحة من خلال مكان آخر. ففي عام 2011، أعلن المركز الوطني لمعلومات التقنية الحيوية عن تجميد إحدى قواعد بياناته التي كانت تجمع معلومات عن أجزاء البروتينات المستخدَمة في تجارب عِلم البروتيوم. وانتقلت تلك المعلومات إلى قاعدة بيانات منافِسة يديرها المعهد الأوروبي للمعلومات الحيوية. هذا.. وبوجود 100،147 بِنْيَة، وبمعدّل نمو يصل إلى حوالي 200 أسبوعيًّا، يتضح لنا أن بنك بيانات البروتين لن تنتهي أعماله قريبًا. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بدايـة نظيـفة

أفران الوقود الحيوي المتطورة غير شائعة، والجميع يستحق أساليب طهو حديثة.

بالنسبة إلى المليارات من البشر الذين يعتمدون في إعداد طعامهم المطهو على استخدام النيران المشتعلة في الهواء الطلق، تبدو مسألة استبدالها بأفران طهو نظيفة حلًّا لا يُشَقّ له غبار. تتيح هذه الأجهزة للأشخاص محدودي الموارد الفرصة لاستخدام مصادر الوقود ذاتها، كالحطب، والفحم، وروث الحيوان، والنفايات الزراعية، لكنْ مع إنتاج نسبة أقل من انبعاثات الأبخرة السامة، وبالتالي إنقاذ ملايين الأرواح.

على مدى العقود الماضية، كانت وما زالت استراتيجيّة الربح المُتبادَل تلك تستقطب اهتمامًا كبيرًا من أكبر الجهات الدولية المانحة، والمنظمات غير الحكومية والمهندسين أيضًا. فعلى سبيل المثال.. أعلنت وكالة حماية البيئة الأمريكية في الأسبوع الأخير من مايو الماضي عن تقديمها مِنَح لسِتّ جامعات؛ بُغْيَةَ إجراء المزيد من الأبحاث في مجال أفران الطهو النظيفة، لكنْ لسوء الحظ، لم تفلح هذه الجهود بعد في تحقيق النتائج المرجوّة، على الأقل على الصعيد العام.

وبالرغم من أنّ ثمة برامجَ رائدة ما زالت توزّع ملايين الأفران على المنازل في جنوب آسيا، وأفريقيا، وأمريكا اللاتينيّة، لم تظهر أي إشارات مُبَشِّرَة بأنّ هذه الأفران تُستخدم على نطاق واسع. فهناك هوّة عميقة بين الإنجازات المذكورة، وبين ما يجده الباحثون لدى دخولهم إلى منازل الناس. يكمن جوهر المشكلة في أنّ مجرد تقديم هذه الأفران لا يضمن فعليًّا ترسيخ الطلب عليها. ففي سياق متصل، وحسب تحقيق ورد في الصفحة 548 من عدد 29 مايو من الطبعة الإنجليزية، غالبًا ما تشتكي النساء من أنّ هذه الأفران لا تلبّي احتياجاتهن، حيث إنّ بعض الأنواع يتطلب استخدامها تقطيع قطع صغيرة من الحطب، وهو ما يعني عملًا إضافيًّا، والبعض الآخر لا يوفر درجة الحرارة الكافية، أو ينكسر بسهولة، أو يكون صغير الحجم، أو باهظ الثمن.

لا شك أنّ الطهاة حول العالم، من بوليفيا إلى بنجلاديش، سيستخدمون هذه الأفران فقط إذا ما سهّلت لهم حياتهم، بَيْد أنّ هذا لا يحدث، ولذا.. فغالبًا ما تُوضع هذه الأفران جانبًا، أو يتم تحويلها لتصبح على شاكلة الأفران التقليدية المسبِّبة للتلوث.

إنّ هذا التقييم المتشائم لن يروق للجهات التي توزِّع هذه الأفران، كما هو الحال مع «التحالف العالمي لأفران طهو نظيفة»، ومقرّه واشنطن، لكنه ليس بمفاجأة، حيث أظهر تقرير أعدَّه معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بكمبريدج في عام 2012، تحت عنوان «دخان في الهواء»، أنّه لم يُلاحظ أي تحسُّن على المدى الطويل في الصحة الرئوية للقرويين الذين استلموا هذه الأفران، أو حتى في توفير الوقود، وهو ما يرجع بشكل أساسي إلى تَخَلِّيهم عنها.

ردّ التحالف على هذه الاستنتاجات معلِّقًا بأنّ هذه الأفران لا تحتاج إلا بعض التعديلات البسيطة؛ كي تلبِّي الحاجات المحلية، كما يجب أن يخضع المستخدمون لبعض التدريبات على استخدامها. وظل الادعاء الدائم بأنّ وصول فرن الوقود الحيوي الذي يحلم الناس بالحصول عليه بات قاب قوسين أو أدنى من دخول مطابخهم.

يختلف هذا عن رأي بعض الباحثين المهتمين بالآثار الصحية لأفران الطهو، القائلين إنّ الوقت قد حان لإحداث تغيير جذريٍّ نحو استراتيجية طهو تجنِّب الناس عملية حرق كاملة للوقود الحيوي.

في هذا الإطار، يمكن توجيه الجهود نحو تزويد الناس بالطاقة التي يرنون إليها، أي ليس تزويدهم بأفران صُمِّمَت في دول العالم المتقدم من أجل طهو نظيف، بل تزويدهم بالأفران التي تُستخدم فعليًّا في هذه الدول، والتي تستهلك الطاقة الكهربائية، أو الهيدروكربون، كغاز البترول المُسال.

إنّ هذا الهدف ليس هدفًا مُحالًا، خاصةً أنّ الوكالة الدولية للطاقة IEA تُقدِّر أنّ جلب الكهرباء ووسائل الطهو النظيف لكل شخص على وجه الأرض بحلول عام 2030 سوف يكلف ما يناهز 49 مليار دولار أمريكي سنويًّا. ومع كون هذا الرقم كبيرًا، تشير الوكالة إلى وجوب تقديم التزامات مهمة مِن قِبل كلٍّ من إندونيسيا، وغانا، ونيجيريا، وذلك بِحَثّ غالبية سكانها على استخدام غاز البترول المُسال في الطهو.

من أين ستتدفق هذه الطاقة الجديدة؟ بدايةً، سيكون هناك المزيد من استهلاك الوقود الأحفوري، الأمر الذي سيزيد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في غلافنا الجوي، غير أنّ نسبة التلوث الإضافية هذه ستكون ضئيلة جدًّا على الصعيد العالمي، حيث تشير تقديرات الوكالة الدولية للطاقة إلى أنّ زيادة نسبة انبعاث ثاني أكسيد الكربون لن تتعدَّى 0.7 % عن نسبته الأصلية.

كما ستسهم مصادر الطاقة المتجددة في توفير نسبة كبيرة من الطاقة المطلوبة. وعلى سبيل المثال.. بدأت تظهر ـ وبقوة ـ الشبكات الكهربائية الصغيرة التي تَستخدِم النفايات الزراعية، أو الطاقة الشمسية، أو توربينات الرياح؛ لتوليد الطاقة. ولا ريب أنّ الحاجة إلى برامج الطهو النظيف لا تنتهي، لكنها لا تصل إلى المستخدِمين المعنيين. ولذا.. حان الوقت لإعادة النظر في مقاربة هذا الأمر. ■

مُعَلِّمـو النَّزاهـة

سياسات تضعها أيرلندا والصين تُؤكد أن جوائز «نيتشر» *Nature* للرعاية العلمية لعام 2014 جاءت في الوقت المناسب.

أصدرت الأكاديمية الصينية للعلوم بيانًا قوي الصياغة في شهر مايو الماضي، بعنوان «نحو تحقيق التميز في العلوم» (go.nature.com/pnhi9k). وفي إطار تشجيع ذلك البيان لثقافةٍ علمية تُرَكِّز على تحدِّي الأوضاع الراهنة، تشير إحدى فقراته التي تتناول السلوك المخبري إلى ما يلي: «من أجل تحقيق التميز العلمي، يحتاج المجتمع العلمي إلى الدفاع بشكلٍ واعٍ عن الروح العلمية والتمسك بها، وتعزيز قيمة العلم وسعيه نحو اكتشاف الحقيقة، ودعم الإبداع، وإنشاء الهياكل والآليات الإدارية التي تلائم سمات البحث العلمي وقواعده، إلى جانب الحدّ من السلوك العلمي الذي لا يهدف إلا إلى تحقيق نجاح قصير الأمد، أو منافع فردية فحسب».

وفي الأسبوع الأول من يونيو الماضي، أصدر اتحاد الجامعات الأيرلندية ميثاقًا بخصوص النزاهة البحثية، يتضمن الإشارة إلى جانبين ـ من بين جملة أمور ـ من جوانب السلوك العلمي بحاجة إلى الدعم والمساندة: «أولهما، الأمانة في إجراء الأبحاث (بأن يكون الباحث دقيقًا وحريصًا ومُهتمًّا بالتفاصيل)، وفي توصيل النتائج (بأن يكون النقل مُنْصِفًا، ووافيًا، وغير مُنْحاز). وثانيهما، الموضوعية.. بمعنى أنه يجب أن تكون جميع التفسيرات والتأويلات والنتائج قائمة على حقائق ومعلومات قابلة للإثبات والمراجعة الإضافية. كما ينبغي أن تكون هناك شفافية في جَمْع البيانات، وتحليلها، وتفسيرها، ومدى قابلية الاستدلال العلمي للتحقق».

من الممكن تجاهُل كلّ تلك البيانات وما يشابهها بسهولة، لو لم تكن لها القوة والمصداقية الكافية. وبتلك الروح نفسها يجب أن يُرَكِّز القراء انتباههم على فقرة من فقرات وثيقةٍ أصدرَتها مؤسسة العلوم الأيرلندية SFI، التي تُعَدّ جهة التمويل الرئيسة في البلاد، وأحد الشُّركاء المُوقِّعين على ميثاق النزاهة. وتتضمن الصفحة رقم 32 من الخطة الاستراتيجية لهذه المؤسسة ـ التي تحمل اسم «أجندة 2020» ـ بيانًا ينص على أن النزاهة البحثية سوف تخضع للتمحيص والمراجعة من قِبَل مراجعين خارجيين (go.nature.com/xjudiz). وينبغي توجيه التهنئة إلى مؤسسة العلوم الأيرلندية؛ لإظهارها قدرًا من العزيمة والتصميم يفوق غيرها من المؤسسات في تعزيز أقوالها بالأفعال.

يتطلب التميز العلمي عدة أمور، ليس أقلّها أهميةً قدرة الباحثين على انتقاد أنفسهم بقسوة. وبمعنى آخر.. ضمان النزاهة والأمانة الفنية. فعند اكتشاف أمر مُثير للاهتمام، يجب على الباحثين ـ في البداية ـ افتراض أنهم قد تعرّضوا للخداع، وأنهم قد سقطوا ضحية لمؤامرة تتلخص في أن سعيهم للتوفيق ما بين الهدف من الدراسة وما بين خبراتهم التجريبية، أو النظرية، أو التمثيلية يجعلهم يظنون ـ على سبيل الخطأ ـ أن لديهم نظرة علمية جديدة ومدهشة بِوُسْعِها أن تنال إعجاب الجميع. كذلك عليهم أن يعرضوا ما توصلوا إليه من آراء وتحليلات أو معلومات على زملاءٍ لهم، يكونون من أهل الثقة من ناحية، ومن أصحاب العقول النقدية المفكرة من ناحية أخرى؛ كي يتمكّنوا من تجنُّب الأخطاء، وانتقاء الأفضل. ومما يسهم في تنمية هذه الثقافة ورعايتها على أفضل وجه ممكن.. أنْ يجمع المشرفون على المختبرات ما بين الصرامة والحزم من ناحية، والقدرة على تقديم الدعم والمساندة من ناحية أخرى. وفي إطار جوائز دورية *Nature* السنوية لرعاية العلوم، التي بدأ تقديمها منذ عام 2005، تقوم الدورية بتقديم الجوائز والمكافآت للمعلمين المتميزين في عددٍ من البلاد والأقاليم.

وإذا وضعنا في الاعتبار حِرْص دولة أيرلندا الواضح، وتصميمها على دعم أفضل الممارسات ورعايتها، نجد أنه من المناسب أنْ تكون مسابقة رعاية العلوم لهذا العام مُخصَّصة للعلماء القاطنين في هذا البلد، وكذلك في شمال أيرلندا. ويُشترَط فيمن يرغب في الاشتراك في المسابقة أن يحظى بترشيح الطلاب الذين سبق لهم أن تَدَرَّبوا أو تعلموا على يديه في الماضي باستخدام استمارات الترشيح المتاحة من خلال الرابط /go.nature.com hmezau، على أن يكون الموعد النهائي للتقدُّم للمسابقة في الرابع من أغسطس القادم. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv

حـان الوقــت لتسويــة جــدال البيولوجيا التخليقية


DAVID AUSSERHOFER/LEOPOLDINA

يقول **فولكر تير مولين** إنه إذا كُتبَ للبيولوجيا التخليقية أن تزدهر، فإن العالَم بحاجة إلى أن يقرِّر الآن كيف يمكن ضبط هذا المجال ودعمه.

أثبت تركيب صبغيّ خميرة صناعي أن البيولوجيا التخليقية أمست أقرب ما تكون إلى غاية العلماء منها؛ بأنْ تكون قادرة على تقديم فوائد مباشرة للمجتمع. لقد وجد هذا المجال العلمي بالفعل سبلاً لإنتاج العلاجات، وهو بصدد تحقيق قفزات في تطبيقات متنوعة، بدايةً من تنقية المياه، حتى تصميم المواد.

إنّ الموضوع مثير للجدل، وهو ما يُعَرِّض وعوده للخطر. تقول جماعات حماية البيئة إن هذا المجال يمثل مخاطر على الصحة والبيئة، وقد دعت إلى تعليق العمل فيه عالميًا. لقد تناولنا هذا الموضوع من قبل: مخاوف مبالَغ فيها، وقبول غير نقدي لمزاعم أخطار التعديل الوراثي التي أفضت إلى ضبطٍ حَذِر بشكل مفرط، وحَظْر على الابتكار، لم يبطئ عملية تطوير منتجات جديدة فحسب، بل عرقل العلم الأساسي نفسه.

> **ما وراء الانقسامات**
> مستقبل البيولوجيا التخليقية
> nature.com/synbio

يدخل النقاش حول البيولوجيا التخليقية حاليًا مرحلة خطرة. ويستكشف مؤتمر أطراف اتفاقية التنوع الحيوي (CBD) ـ الإطار العالمي الحاكم لحماية التنوع الحيوي ـ حاليًا القيود الممكنة، وسيوضح موقفه في اجتماعات في شهر أكتوبر القادم، وكذلك تلك التي عُقِدَت في يونيو الماضي، ولكن بالنظر إلى سابقة كيفية التعامل مع قضية المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، فقد ساور القلق الكثير من العلماء من أن بعض واضعي السياسات سيتعاملون مع مخاوف جماعات حماية البيئة، التي لم تؤخذ عليها البَيِّنَة والحجة، على ظاهرها؛ وسيفرضون قوانين مرهقة وغير ضرورية. وللحيلولة دون ذلك.. فإننا بحاجة إلى تقييم موضوعي قائم على أدلة علمية للأخطار والمنافع في إطار مؤتمر أطراف اتفاقية التنوع الحيوي، وخارج إطاره أيضًا. وهذا يعني أن صوت العلم يجب أن يُسمع.

> يتعيّن على **جهات التمويل** حول العالم أن تستبق **إمكانات** البيولوجيا التخليقية

لبدء الحوار الضروري، نشرت الشبكة العالمية للأكاديميات العلمية IAP بيانًا بموقفها (انظر: go.nature.com/tmvhf8) المستخلَص من أعمال المعاهد الأعضاء في شتى أجراء أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية. وآمل (باعتباري رئيسًا مشارِكًا) أن يثير هذا البيان النقاش حول الوسيلة المثلى لجمع الأدلة العلمية المستخلَصة من الأبحاث المُحَكَّمَة تعزيزًا لوضع السياسات ذات الصلة. ويتضمن ذلك لوائح للإشراف على الأبحاث والابتكار، بالإضافة إلى الاستثمار في البِنْيَة التحتية والتدريبات.

وتمثل الشبكة العالمية للأكاديميات العلمية 106 أكاديميّات على مستوى العالم، لديها رغبة في أن تلعب دورًا أكثر فعالية في قضايا السياسات العالمية؛ ففي العام المنصرم ـ على سبيل المثال ـ نشرنا بيان موقفٍ شبيهٍ حول معارضة الأدوية المضادة للميكروبات.

وفي حالة البيولوجيا التخليقية ، يحتاج العالَم إلى الالتزام بالتعامل مع عديد من الأولويات.. منها أنّ نطاق البيولوجيا التخليقية بحاجة إلى تحديد. إننا نصفه باعتباره بناء الأنظمة الحيوية المخصصة لأداء وظائف جديدة ومُحَسَّنَة عبر تطبيق مبادئ مستخلَصة من التركيب الهندسي والكيميائي.

قد تكون الغاية جديدة، لكن هناك تقنيات كثيرة مقتبسة من مجالات موجودة بالفعل، كالتعديل الوراثي. وهذا يعني أن الجهود العلمية لا تسري بالكامل بدون تنظيم وضبط، بحسب زعم البعض؛ فقِسْمٌ كبير منها ـ في حقيقة الأمر ـ محكوم بقوانين قائمة. إن استخدام الكائنات المعدَّلة وراثيًّا وإطلاقها، والتحرك عبر الحدود الفاصلة بينها، مثلاً، يشمله تطبيق بروتوكول قرطاجنة حول السلامة الحيوية.

يُعَدّ الإقرار بأن الأساليب الأساسية منضبطة بالفعل أمرًا جوهريًّا؛ لأنه من المفترض أن يبدِّد بعض الجدل العام حول عوامل الخطر. ومن المهم أيضًا تحقيق التوازن السليم بين التنظيم القانوني والحكم الذاتي من قِبَل العلماء والهيئات العلمية (نشرت الشبكة العالمية للأكاديميّات العلمية وغيرها من الهيئات توصيات حول كيفية وَضْع ضوابط سلوكية فرديّة ومؤسسية للعمل).

ثمة جانب آخر، يجب أن يوضع في الاعتبار بشكل أكثر عمومية؛ ألا وهو امتلاك نتائج البيولوجيا التخليقية ومشاركتها. يعكس الموقف الحالي نَسْب هذا المجال المختلط إلى العلوم الحيوية (بتقليدها العتيد في تسجيل براءات الاختراع)، والهندسة وتطوير البرمجيات (اللتين تَتَبَنَّيان المصادر والمشاركة المفتوحة). يُثْبِت الإعلانُ عن كيفية تضافر جهود الباحثين ـ على مستوى العالم ـ لإنتاج صبغيّ خميرة تركيبي كيف يمكن أن تكون للانفتاح على الآخرين ثمارٌ عظيمة في الميدان الأكاديمي.

وبتطوُّر البيولوجيا التخليقية ، سيتم ـ في نهاية المطاف ـ تطوير التقنيات والأدوات التي لا تشملها القوانين الحالية. ومن المعقول افتراض أن هذه التقنيات والأدوات ـ حسب تصريحات الشبكة العالمية للأكاديميات العلمية ـ ستسمح بإجراء الأبحاث بدقة أكبر بكثير. كما أنّ التعديلات الأكثر انضباطًا للتسلسلات الوراثية والخلايا والكائنات الحية ستيسِّر التوصيف، وستحِدّ من الآثار الجانبية المفاجئة وغير المرغوب فيها. لذلك.. ينبغي أن يصبح ضبط وإدارة وتدقيق تقنيات البيولوجيا التخليقية المستقبلية أيسر، بالمقارنة بتقنيات التعديل الوراثي الأقل انضباطًا.

أخيرًا، تقول الشبكة العالمية للأكاديميّات العلمية إنه يتعين على جهات التمويل حول العالم أن تستبق إمكانات البيولوجيا التخليقية ، وتستثمر في أبحاثها وفي الباحثين العاملين في هذا المجال. وينبغي أيضًا أن تشمل استثماراتهم مشروعات العلوم الاجتماعية والدراسات الإنسانية التي يمكنها ـ على سبيل المثال ـ النظر في مخاوف "خلق الحياة" من قِبَل علماء الأحياء، والبحث عن سبل أفضل لطرح هذه القضايا.

من المفترَض أن تضمن كل هذه الخطوات أنْ تطرح سياساتُ البيولوجيا التخليقية ممارساتٍ منطقية؛ للحَدّ من الخطر الكامن في أي تقدُّم كبير، على أن تكون في الوقت ذاته مرنةً بما يكفي لتشجيع البحث والابتكار. ■

فولكر تير مولين الرئيس المشارك للشبكة العالمية للأكاديميّات العلمية في تريست، إيطاليا، والمدير السابق للأكاديمية الألمانية للعلوم، ليوبولدينا.
البريد الإلكتروني: volker.termeulen@mail.uni-wuerzburg.de

نظرة شخصية على الأحداث


OXFORD MARTIN SCHOOL

جائزة خط الطول للقرن الواحد والعشرين

يقول **مارتن رِيس** إن جائزة الحكومة البريطانية الجديدة، تقديرًا للابتكارات الجليلة الهادفة إلى حل المشكلات المجتمعية المُلِحَّة، ينبغي أن تلقى القبول والترحاب.

مرت 300 سنة منذ أن بدأت الحكومة البريطانية في انتهاج نهج جديد حيال حل المشكلات. فقد منح قانون خط الطول لعام 1714 جائزة قدرها 20 ألف جنيه إسترليني (أي ما يعادل مليون جنيه إسترليني اليوم) لأي شخص يستطيع أن يبتكر طريقة دقيقة لتحديد موقع السفن في البحار. وكان من بين القائمين في اللجنة على الحُكْم على أهليّة المقترحات لجنةُ المرصد الفلكي الملكي آنذاك.

وها هو التاريخ يعيد نفسه. ففي هذا العام، 2014، هناك حاجة ماسة في المملكة المتحدة إلى توجيه المزيد من الطاقات الذهنية في اتجاه الابتكار؛ من أجل تعزيز تقنيات جديدة، وتحفيز الشباب. وهناك مشكلات مجتمعية عامة تتطلب تفكيرًا جديدًا. لذلك.. أعادت بريطانيا إحياء لجنة خط الطول التاريخية مجددًا، ولكن في هذه المرة تغيّرت قيمة الجائزة إلى 10 ملايين جنيه إسترليني (17 مليون دولار أمريكي). كذلك اختلفت بعض الأمور: ففي عام 2014، لن يحدد المسؤولون الحكوميون التحدي الذي يتعين على الحائزين على «جائزة خط الطول» مواجهته، بل عامة الناس، بيد أن بعض الأمور ما زالت على حالها.. فبما أنني من المرصد الفلكي الملكي، سأترأَّس اللجنة المنبعثة من رقادها.

فبدايةً من الثاني والعشرين من مايو الماضي، وبعد دراسة مفصّلة أجراها برنامج Horizon العلمي، الذي تقدِّمه هيئة الإذاعة البريطانية، أصبح لعامة الناس القدرة على التصويت على فكرة الجائزة من قائمة مختصرة لِستة موضوعات عامة، كل منها يتسم بالأهمية لرخاء البشرية، ويقدم نطاقًا من الابتكار والإبداع في مجالات: الاختلال العقلي، والوصول إلى المياه الآمنة النظيفة، ومعالجة الشلل، ومواجهة مقاومة المضادات الحيوية، والطعام والتغذية، والطيران. وقد تمّ الإعلان عن نتائج التصويت في الخامس والعشرين من يونيو الماضي. ومنذ ذلك الوقت، حدَّدت مجموعة من الخبراء القواعد الحاكمة لكل تَحَدٍّ بعينه.

ففي مجال الطيران مثلاً، قد يكون التحدي الذي يواجهه العلماء والمهندسون هو الحَدّ من الأثر البيئي للطيران جوًّا. وبخصوص الاختلال العقلي، قد يتمثل التحدي في إيجاد وسيلة لمساعدة المصابين بهذه الحالة على العيش لفترة أطول، دون التعويل على الآخرين. سيظل صندوق الجائزة ـ البالغة 10 ملايين جنيه إسترليني ـ مفتوحًا لخمس سنوات، كجائزة لأفضل حل لهذه المشكلة تحديدًا، مع أنه من الممكن تقسيم الجائزة (كما حدث في تحدِّي عام 1714)، بحيث تخصَّص جوائز محددة للخطوات الوسيطة.

أعلن رئيس الوزراء ديفيد كاميرون عن «جائزة خط الطول» الجديدة في العام المنصرم. ومن المرجح أن ينتاب البعض الشك حيال فعاليتها. وظَنِّي أنهم على خطأ. إنّ الجائزة المنظمة تنظيمًا سليمًا ينبغي أن تُطلِق العنان للاستثمار من عدة مجالات، بحيث تبلغ قيمة الاستثمارات ما يتجاوز الجائزة نفسها، وذلك بالارتقاء بالركيزة التنافسية على تَحَدٍّ مهم لرخاء البشر. وينبغي أن تكون المسابقة أيضًا جديرة بعناوين الأخبار بالقدر الكافي؛ لتسليط الضوء على سيرة المبتكرين وسمعتهم، وتحفيز الشباب وإشعال حماسهم. ومن المفترَض أن تكون لذلك أيضًا قيمة اجتماعية كبيرة. وبالنسبة للأفراد، أو الشركات الصغيرة، تمثِّل الجائزة النقدية حافزًا كبيرًا.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/dbklie

أمّا للشركات الكبرى، فستكون الدعاية أكثر أهمية لها. لذا.. فالاثنان لديهما دافع للمشاركة.

كان تحدي خط الطول الأصلي حديث المقاهي في لندن. ففي القرن الثامن عشر، كانت بريطانيا قوة بحرية عظمى، تصارع إسبانيا وهولندا؛ للهيمنة على البحار، وحاق الدمار بعدد كبير من السفن، لأنه لم تكن هناك وسيلة لاقتفاء أثر خط الطول المحدد لها.

اعتقد الفلكيون أن الحل يكمن في النجوم. وكان جون هاريسون ـ الساعاتي، المحسوب على الطبقة العاملة، الذي لم يحصل على تعليم رسمي كافٍ ـ قاب قوسين أو أدنى من الحصول على الجائزة بموهبته الفذة في مجال الميكانيكا، وإصراره الشديد، حيث ابتكر جهازًا عُرف باسم H4، وهو بمثابة كرونومتر بحري، ما زال معروضًا بالمرصد الملكي في لندن.

وخلال الـ300 عام التالية، جرت محاكاة مفهوم «جائزة التحدي» على نطاق واسع. فعلى سبيل المثال.. كانت واحدة من الجوائز هي الحافز الذي شجَّع تشارلز لندبرج على القيام بأول رحلة عابرة للأطلسي. وفي الولايات المتحدة، رعت وكالة مشروعات أبحاث الدفاع المتقدمة (DARPA) مسابقات لتصنيع مركبات بدون سائق، وبلغ إجمالي استثمارات المتسابقين ـ رجال الأعمال المستقلين، والجامعات ـ أكثر من 6.5 مليون دولار أمريكي، مُنِحَت على شكل جوائز.

> هناك **حاجة ماسة** في المملكة المتحدة إلى **توجيه** المزيد من الطاقات الذهنية في اتجاه **الابتكار**

من المؤسسات السَّبَّاقة في هذه المغامرات في الولايات المتحدة مؤسسة X-Prize بمدينة كالفر بولاية كاليفورنيا؛ وهي تشرف على الجوائز التي ترعاها جهات راعية مستقلة، وتراقبها. وتطمح هذه المؤسسة إلى إنعاش الأسواق «المتعثرة حاليًّا، نظرًا إلى الإخفاقات الحالية، أو إلى اعتقاد شائع بأنه ما مِن حل ممكن». مُنِحَت أولى جوائز X-Prize تكريمًا لأول مركبة فضائية تمّ تطويرها بمعرفة شركة خاصة في عام 2004.

لهذا النوع من الجوائز مميزات عن الجوائز التقليدية.. فالفائز ينال الجائزة بموضوعية، كما في الألعاب الرياضية، وعلى العكس مما يحدث في جوائز الأوسكار والجوائز الأدبية. ومثل هذا النوع من الجوائز يقرّ المواهب المستقبلية ويعززها، على النقيض من جائزة «نوبل» ومثيلاتها من الجوائز التي قد يتأخر تكريم الحائزين عليها لعقود.

استمر مجلس «جائزة خط الطول» الأصلي لأكثر من قرن من الزمان، ومنح جوائز؛ بُغْيَة تشجيع الاكتشافات والابتكارات. وكان هذا المجلس ـ إلى حد ما ـ باكورة مجالس الأبحاث الحالية في بريطانيا، ومجالس استراتيجية التكنولوجيا، وما إلى ذلك. ولم تعد هناك مشكلة وحيدة جليّة، مثلما كان في القرن الثامن عشر. فأجندة الأبحاث الحالية أكثر تنوعًا بكثير، وتغطي نطاقًا أوسع بمراحل؛ فالقطاعان العام والخاص يقدّمان الكثير من المحفِّزات، والسبل للإبداع، والتي لم يكن لها وجود من قبل. وجدير بالذكر أن العشرة ملايين جنيه إسترليني ـ الممثَّلة في «جائزة خط الطول» الجديد ـ أقل بحوالي ألف مرة مما تنفقه بريطانيا سنويًّا على البحث والتطوير، لكنني واثق من أنه من الممكن أن يكون لها أثر يتجاوز قيمتها الصغيرة تلك. ولا شك أنها تجربة تستحق أن نخوضها. ■

مارتن رِيس رئيس لجنة خط الطول 2014.
البريد الإلكتروني: longitude.prize@nesta.org.uk

أضـواء على الأبحـاث مقتطفات من الأدبيات العلميـة

علم الفلك

نجوم تُكوِّن أقوى مغناطيسات الكون

قد يتيح وجود قرين نجمي لنجم آخر ينذر أن يصبح ماجنيتارًا، أو نجمًا مغناطيسيًّا (الماجنيتارات أقوى مغناطيسات الكون المعروفة)، بدلاً من أن يصبح ثقبًا أسود.

تشكِّل النجوم الكبيرة عادة ثقوبًا سوداء عندما تخمد. ولذا.. يتساءل علماء الفلك: لماذا يغدو بعضها ماجنيتارًا؟، وهو نوع غير عادي من النجوم النيوترونية. استخدم سايمون كلارك وزملاؤه ـ بالجامعة المفتوحة في ملتُن كينز بالمملكة المتحدة ـ التليسكوب الكبير جدًّا (VLT) ـ التابع للمرصد الأوروبي الجنوبي ـ لدراسة العنقود النجمي ويسترلند 1، الذي يحوي نجومًا مغناطيسية.

عثر الباحثون على نجم يقولون إنه ربما كان قرينًا لنجم شكَّل ماجنيتارًا. دار النجمان حول بعضهما البعض عن كثب. وبينما بدأ النجم الأكبر ينذثر، نقل طبقاته الخارجية إلى النجم الأصغر. هذا الانتقال جعل النجم الأصغر يدور بشكل أسرع، مما أنشأ ـ في نهاية المطاف ـ حقلًا مغناطيسيًّا بالغ القوة.

***Astron. Astrophys.* 565, A90 (2014)**



ROGER T. HANLON

بيولوجيا الحيوان

الإصابة تشكِّل سلوك الحَبَّار

الحبّار المتحسِّس لألم الإصابة أسرع هروبًا من الحيوانات المفترسة، مما يُظهر منفعة تكيُّفية للإصابة والألم.

أخذ روبين كروك، وإدجار والترز وزملاؤهما ـ بكلية طب جامعة تكساس في هيوستن ـ عددًا من الحبّارات (*Doryteuthis pealeii*؛ في الصورة) وألحقوا بها إصابات طفيفة على ذراع واحد لكل حيوان. وعند تعريض الحبّار الذي أصيب سابقًا لذئب البحر الأسود؛ فَرَّ أو اختبأ من هذه الحيوانات المفترسة أسرع من الحبّار الذي لم يتعرض لإصابة، لكنّ الحبّار الذي عُولج بمخدِّر قبل الإصابة، وبالتالي لم يُطوِّر تحسسًا عصبيًّا، أخفق في تغيير سلوكه. ونتيجة لذلك.. كانت فرصة بقاء هذه الحيوانات أقل في مواجهات مع الحيوان المفترس، مقارنةً بالحبار المُصاب الذي لم يُخدَّر. يقول الباحثون إن هذا أول دليل تجريبي يُثبِت أن التّحسس العصبي المشابه للأذى يمثل استجابة تكيُّفية للإصابة.

***Curr. Biol.* http://doi.org/sp8 (2014)**

الفيزياء

شُعاع جاذِب يَجُرّ الأجسام

يمكن لمجموعة من حِزَم الموجات فوق الصوتية أنْ تَجُرّ أجسامًا سنتيمترية الحجم تجاهها. فقد قام مايك ماكدونالد ـ من جامعة دندي، بالمملكة المتحدة ـ وجابرييل سبولدنج ـ من جامعة إلينوي ويسليان، في بلومنجتن ـ وزملاؤهما بِنَحْت أنماط تداخل في مجموعة الحزم، بحيث يرتد الكثير من الطاقة الصوتية على جانبي الأجسام أمام المجموعة أو خلفها. أدَّى هذا إلى جذب الأجسام نحو مصادر الموجات فوق الصوتية. وقد ظهر هذا التأثير سابقًا مع موجات الضوء، لكن الموجات الصوتية تحرِّك أجسامًا أكبر.

قد يكون هذا التحكم مفيدًا في الجراحة غير الانتهاكية: فمثلاً، يمكن استخدامها للتحكم في إيصال مجموعة من الأدوية داخل الجسم، أو استئصال الأورام بدقة.

***Phys. Rev. Lett.* 112, 174302 (2014)**

علم الأعصاب

المادة البيضاء في مرض التَّوَحُّد

يمكن أن يُسهم التحوّر الجيني ـ الذي يُسبِّب عيوبًا في عزل العصبونات ـ في القصور الإدراكي الذي يُرى في مرضى التوحد والاضطرابات العصبية النفسية الأخرى.

استخدم براتيك موكرجيّه وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو ـ التصوير بالرنين المغناطيسي؛ لدراسة أدمغة 23 طفلًا لديهم حذف بمنطقةٍ ما في الجينوم، مرتبط بهذه الاضطرابات.

وجد الباحثون أن المادة البيضاء ـ التي تساعد على مرور الإشارات العصبية بين العصبونات ـ كانت معيبة بنيويًّا لدى هؤلاء الأطفال. وسجّل الأطفال مُعدّلات أقل في اختبارات الذكاء غير اللغوية (كالتعرّف البصري، والذاكرة)، مقارنةً بِمَنْ ليس لديهم الحذف الجيني.

***J. Neurosci.* 34, 6214–6223 (2014)**

الجينوميّات

جينوم العنكبوت يحمل أسرار الزعاف

كشفت تتابعات الجينوم لنوعين من العناكب تركيب خيوط حريرهما، وكيف يُحْدِث زعاف العنكبوت الخسائرَ الناجمة عن سُمِّيَّته.

فَكَّ ميكل شيروب وفريقه ـ بجامعة أورهوس في الدنمارك ـ تتابعات جينوم العنكبوت المخملي الاجتماعي الأفريقي (*Stegodyphus mimosarum*)، وعنكبوت الرُّتَيْلاء السامة البرازيلية بيضاء الركبة (*Acanthoscurria geniculata*؛ **في الصورة**)، وحددوا البروتينات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


DAVIES AND STARR/DIGITAL VISION/GETTY

التي تؤلف زُعاف (سُم) وحرير العنكبوتيات. في كلا النوعين، يحتوي الزعاف على عدة إنزيمات تشق البروتين، وربما تنشط سلائف بروتينات الزعاف السّامة. يتألف أكثر من 70% من زعاف العنكبوت المخملي من إنزيمات تُكسِّر الشحوم.

وجد الفريق أيضًا أن العنكبوت المخملي يصنع مجموعة من بروتينات الحرير أكثر تنوعًا، مقارنةً بالرُّتَيلاء. يقول الباحثون إن سبب هذا كونه يستخدم الحرير بطرق مختلفة أكثر، كإنشاء شبكة مُعقدة لاصطياد الفريسة.

***Nature Commun*. 5, 3765 (2014)**

فيزياء الأرض

كيف يُبطئ إلنينو دوران الكوكب

تؤثِّر ظاهرة أحداث إلنينو المناخية بالمحيط الهادئ في طول النهار، لكنّ نوعين من إلنينو يفعلان ذلك بطريقتين مختلفتين.

تؤثر التغيُّرات المناخية في سرعة دوران الكوكب، وبالتالي في طول النهار، من خلال تغيير الضغط الجوي على المعالم الطبوغرافية.

دَرَسَ فريق بقيادة أوليفييه دي فيرون ـ حاليًا بجامعة لاروشيل بفرنسا ـ سلوك الغلاف الجوي بين عامي 1948 و2013. وجد الباحثون أنه عندما يجعل إلنينو مياه المحيط الهادئ أكثر دفئًا في الشرق، فإنه ينشئ تدرُّجات ضغط قوية فوق سلاسل الجبال الكبيرة (مثل جبال الإنديز)؛ مما يزيد الوقت الذي يستغرقه الكوكب في الدوران أكثر قليلًا من 0.1 ملِّي ثانية.

وعلى النقيض، إلنينو المصحوب بمياه دافئة وسط المحيط الهادئ يُنتِج فقط نصف الجَرّ المغيِّر لدوران الأرض.

***Geophys. Res. Lett*. http://doi.org/snq (2014)**

اختيار المجتمع
الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

تجدُّد النقاش حول "إنكود" على الإنترنت

في عصر وسائط التواصل الاجتماعي، يمكن أن تصبح الخلافات العلمية سريعًا مسألة عامة ولاذِعَة. يقترح تقرير صدر مؤخرًا عن اتحاد مشروع الترميز ENCODE (موسوعة عناصر الحمض النووي) إطارًا لتحديد كمية الأجزاء الوظيفية في الجينوم البشري. يأتي التقرير بعد دراسة مثيرة للجدل، نُشرت بدورية "نيتشر" في عام 2012 للمجموعة نفسها التي خلصت إلى أن 80% من الجينوم فعّال وظيفيًّا من ناحية الكيمياء الحيوية (*Nature* **489**, 57–74; 2012). وقد نَقَدَ التقرير الأخير دان جراور، الذي يدرس المعلوماتية الحيوية الجزيئية التطوريّة بجامعة هيوستن في تكساس، وهو ناقد لاذع لمشروع إنكود. كتب جراور في مدونته: "مزاعم إنكود الغبية".. منذ عام 2012، حان الوقت أخيرًا لأنْ ترتد إليهم؛ فـ"تؤلمهم في سَقْط متاعهم غير المرغوب فيه". وصلت الرسالة إلى المستهدَفين بها. يقول المؤلف الرئيس للتقرير، مانوليس كليس، عالِم الحاسوب بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج: "بعض الناس يطلبون انتباه الآخرين بالغلو والسخرية". ويضيف قائلًا:"ينبغي لنا الاستمرار في التركيز على اهتماماتنا".

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* 111, 6131–6138 (2014)**



حسب بيانات من موقع: altmetric.com. يتلقى موقع "ألتمريك دوت كوم" دعمًا من "ماكميلان ساينس آند إديوكيشن"، المالكة لمجموعة "نيتشر" للنشر.

NATURE.COM
وللمزيد حول الأبحاث الأوسع انتشارًا، انظر:
www.nature.com/9hsjcw

الكيمياء العضوية

وصفة بسيطة لبناء جزيئات صغيرة

SARAH M. GOLONKA/TETRA IMAGES/CORBIS

هناك طريقة تخليق تستخدم تفاعلًا كيميائيًّا واحدًا فقط و12 وحدة بنائية تُمكِّن الكيميائيين من بناء العمود الفقري لآلاف الجزيئات الصغيرة آليًّا.

أصبح هذا النوع من البساطة المعيارية مقياسًا في التخليق المخبري للبروتينات والنيوكليوتيدات، وبشكل متزايد للكربوهيدرات. وقد حلَّل مارتن بيرك وزملاؤه ـ بجامعة إلينوي في أوربانا شامبين ـ أكثر من 2800 منتج طبيعي، منها مستحضرات صيدلانية، يحتوي أغلبها على "موتيفات" البولين polyene (مُتعدد الأينات)، وهي سلاسل من ذرات الكربون متصلة تبادليًّا بروابط أحادية وثنائية. ذكر الباحثون أن أكثر من 75% من بِنَى البولين يمكن بناؤها بالربط التعاقبي لوحدات بنائية من مكتبة صغيرة من جزيئات أحماض عضوية تحتوي على البورون boron. وأملاح بورونات– MIDA هذه اخترعتها مجموعة بيرك، ومتاحة تجاريًّا.

يقول الباحثون إن هذا النهج يتجنب الحاجة إلى ابتكار طريقة مُخصَّصة لكل مركب يحوي البولين.

***Nature Chem*. http://doi.org/ssv (2014)**

علم الفيروسات

أجسام مضادة لفيروس (MERS)

حدد فريقان بحثيّان مستقلان أجسامًا مضادة، يمكنها التغلب على فيروس مميت، ظهر لأول مرة في الشرق الأوسط.

ومنذ ظهور مُتَلازِمَة الشرق الأوسط التنفسيّة (MERS) في عام 2012، سبّب فيروس (المتلازمة) التاجي 261 عدوى على الأقل، وحوالي 100 وفاة بآسيا وشمال أفريقيا وأوروبا حتى 26 إبريل الماضي، حسب ما وَرَدَ عن منظمة الصحة العالمية. هذا.. ولا توجد هناك لقاحات أو عقاقير للفيروس.

حدَّد وين ماراسكو ـ من معهد دانا فاربر للسرطان ببوسطن، ماساتشوستس ـ ورالف باريك ـ من جامعة نورث كارولينا في تشابل هيل ـ وفريقهما سبعة أجسام مضادة بشرية تتعرف على أجزاء مختلفة من بروتين مهم للفيروس التاجي، وتمنعه من التعرُّف على خلايا بشرية مستنبتة مخبريًّا، ومن دخولها.

حدَّد فريق آخر بقيادة لينكي چانج ـ من جامعة تسنجوا في بكين ـ اثنين آخرين من الأجسام المضادة المُقاومة للفيروس. تتعرف الجزيئات على أجزاء مختلفة من بروتين الفيروس التاجي نفسه، وتعمل معًا لتعطيل قدرة الفيروس على إصابة الخلايا بالعدوى.

يقول الفريقان إنه إذا ثبت أمان وفعالية الأجسام المضادة للاستخدام البشري، فقد تُستخدم لمنع أو علاج إصابات العدوى بالفيروس التاجي المسبِّب لمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية.

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://doi.org/smr (2014); *Sci. Transl. Med*. 6, 234ra61 (2014)**

الزراعة

الذُّرَة تتأثر بالجفاف



زادت غلة الذُّرَة بوسط الولايات المتحدة منذ عام 1995، بينما حساسية المحاصيل للجفاف زادت أيضًا.

فقد درس ديفيد لوبل وزملاؤه ـ بجامعة ستانفورد، بكاليفورنيا ـ غلة الذُّرَة في الولايات المتحدة (**في الصورة**) وبيانات الطقس اليومية بين عامي 1995 و2012، مع التركيز على مقياس جفاف الغلاف الجوي المُسمَّى عجز ضغط البخار (VPD)، [الفرق بين كمية رطوبة الهواء، والرطوبة التي يمكن للهواء الاحتفاظ بها عند تشبعه].

وجد الباحثون أن الغلّة زادت إجمالًا، لكن في سنوات ارتفاع عجز ضغط البخار، نمت الذرة ببطء أكبر. يرى الباحثون أن ممارسة رصّ النباتات قرب بعضها البعض يمكن أن تزيد هذه الحساسية.

ويقول الباحثون إن تغيُّر المناخ يمكن أن تكون له آثار سلبية على محاصيل الذُّرَة في الولايات المتحدة أبلغ مما كان يُعتقَد سابقًا، لأن المتوقع ازدياد عجز ضغط البخار إقليميًّا مع احترار المناخ.

***Science* 344, 516–519 (2014)**

تقنية النانو

أنابيب نانويّة تُشكِّل دوائر معقدة

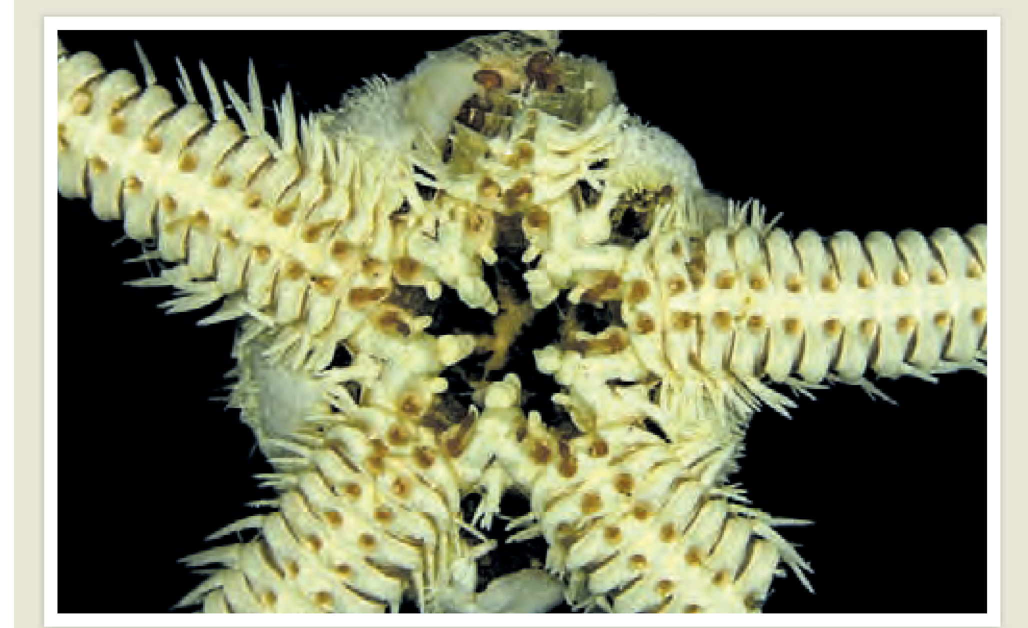
ابتكر علماء فيزياء وسيلةً لاستخدام أنابيب الكربون النانويّة في بناء دوائر أكثر تعقيدًا من تلك في المحاولات السابقة.

تُعَدُّ أنابيب الكربون النانويّة عالية التوصيل مادةً واعدة؛ لتحل محل ترانزستورات السيليكون في الدوائر المتكاملة، ولكن عند إنتاجها على شريحة، لا تكون كل الأنابيب النانويّة شبه موصلة، وتتفاوت خصائصها كثيرًا؛ مما يَحُول دون تصنيع دوائر ذات جودة عالية. ولتفادي هذا.. صَنَعَ ليان ماو بنج، وتشي يونج تشانج وزملاؤهما بجامعة بكين في الصين دوائر من وحدات أصغر، يتألف كل منها من أربعة أزواج من الترانزستورات المُقَامَة على أنبوبين نانويّين، لهما خصائص مختلفة. واستخدم الباحثون هذه الوحدات في بناء نظام لنقل 8 وحدات من البيانات (8 بت)، يحتوي على 46 ترانزستورًا، مصفوفة على ستة أنابيب نانويّة مختلفة.

وعلى الرغم من صعوبة توسيع نطاق هذه الطريقة باستخدام المواد الحالية، يقول الباحثون إنه يمكن استخدام الوحدات لاستكشاف حدود إمكانات الدوائر المتكاملة القائمة على أنابيب الكربون النانويّة.

***Nano Lett*. http://doi.org/svv (2014)**

BEN THUY



علم الإحاثة

أعماق المحيطات ملاذ آمِن

قد تكون الأنواع في أعماق البحار أكثر مقاومةً للانقراض من أبناء عمومتها في المياه الضحلة. فقد وَجَد بن ثوى وزملاؤه ـ بمتحف التاريخ الطبيعي في لوكسمبورج ـ حفريات ما لا يقل عن 68 نوعًا مختلفًا من الرخويات، وذوات القوائم الذراعية، والقشريات، وشوكيات الجلد (من بينها أقارب النجمة الهشّة الحديثة، *Ophiomyces frutectosus*، **في الصورة**) التي عاشت عند عمق يتجاوز 1000 متر تحت سطح الماء منذ 190 مليون سنة تقريبًا. ومن خلال مقارنة الحفريات مع أنواع كائنات المياه الضحلة من الفترة نفسها، اكتشف الفريق أن الأنواع التي تقطن المياه الأعمق تميل إلى البقاء والتنوع في الأعماق، بينما كانت كائنات المياه الضحلة أكثر عرضة للانتقال إلى أعماق أكبر.

بعض كائنات أعماق البحار موضوع الدراسة يمكن اعتبارها أقدم الأنواع المعروفة الممثلة عن عائلاتها، مما يوحي بأنها ربما نشأت وتطورت في المياه العميقة، بدلًا من الهجرة إلى هناك من المياه الضحلة، حسبما كان يُعتَقد سابقًا. ويقول الباحثون إن أعماق المحيطات قد تكون ملجأ مستقرًّا للأنواع البحرية.

***Proc. R. Soc. B*. 281, 20132624 (2014)**

علم البيئة

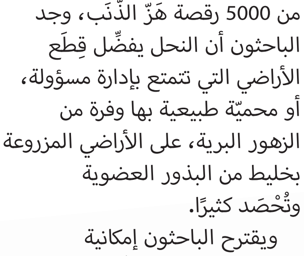
النحل الراقص يُظهر وُجود أرض أفضل

فَكَّ باحثون شفرة رقص نحل العسل؛ لتحديد أيّ أنواع الأراضي تفضِّلها الحشرات.

يؤدي نحل العسل "رقصة هَزّ الذَّنَب" (**في الصورة**)؛ ليخبر رفاقه في الخلية بأفضل أماكن جمْع الرحيق وحبوب اللقاح. راقبت مارجريت كوفيلون وزملاؤها ـ بجامعة ساسكس في برايتون، المملكة المتحدة ـ نحل العسل (*Apis mellifera*) الباحث عن الطعام من ثلاث مستعمرات لمدة عامين. ومن خلال تحليل أكثر من 5000 رقصة هَزّ الذَّنَب، وجد الباحثون أن النحل يفضِّل قِطَع الأراضي التي تتمتع بإدارة مسؤولة، أو محميّة طبيعية بها وفرة من الزهور البرية، على الأراضي المزروعة بخليط من البذور العضوية وتُحْصَد كثيرًا.

ويقترح الباحثون إمكانية استخدام النحل كمؤشِّر لتحسين الإدارة البيئية.

***Curr. Biol*. http://doi.org/sv9 (2014)**





المواد

بلّورة تعود إلى شكلها الطبيعي بعد ثنيها

اكتشف علماء في اليابان بلورة عضوية يمكنها أن تستعيد بِنْيتها بعد تشويهها، وهي أول مادة عضوية معروفة فائقة المرونة.

لقد كانت المواد فائقة المرونة ـ التي تُغيِّر بِنْيتها البلورية عند تعريضها لإجهاد ميكانيكي ـ مصنوعة فقط من سبائك معدنية وسيراميك حتى وقتنا هذا. وقد وجد ساتوشي تاكاميزاوا، وياسوهيرو مياموتو ـ من جامعة مدينة يوكوهاما ـ أن بلورة تيريفثالميد يمكنها أيضًا أن تكون فائقة المرونة.

فقد قام الباحثان بِلَيِّ البلورة، وثنيها، وتغيير ترتيبها الجزيئي. وعندما رُفِع الإجهاد، استعادت البلورة بِنْيتها، بدون علامات على انهيار المادة، حتى عندما تم تطبيق الإجهاد وإزالته 100 مرة.

يقول المؤلفان إن هذه الخطوة قد تؤدي إلى تصنيع قطع غيار ذاتية الإصلاح للمركبات، ومواد تساعد على تخفيف الاهتزازات.

***Angew. Chem*. http://doi.org/f2rqpt (2014)**

الجغرافيا الحيوية

الشِّعاب المرجانية القديمة حَمَت السَّمَك

REDMOND DURRELL/ALAMY

من خلال تقلُّب المناخ خلال الثلاثة ملايين سنة الماضية، وفَّرت الشعاب المرجانية المستقرة ملاذًا آمنًا لأنواع السمك الاستوائية؛ مما أدّى إلى التنوع الواسع لسَمَك الشعاب المرجانية الذي نراه اليوم.

استخدم ديفيد موليوت وزملاؤه ـ بجامعة مونبلييه في فرنسا ـ عيِّنات أسطوانية رسوبية؛ لرسم خريطة مَواطن الشعاب المرجانية على مدى الثلاثة ملايين سنة الماضية، وقارنوا هذا التحليل مع التوزيع الحالي لأكثر من 6000 نوع من سمك الشعاب المرجانية.

وجد الباحثون أن القُرْب التاريخي لمَواطن السمك والشعاب المرجانية المستقرة خلال الفترات الباردة كان له تأثير أكبر على تنوع الأنماط الحالية لسمك الشعاب المرجانية من العوامل البيئية في الوقت الحاضر، مثل درجة حرارة سطح البحر. وكان تنوُّع سمك دامسل (*Pomacentridae*، **في الصورة**) ـ على وجه الخصوص ـ شديد الارتباط بالمسافة التي تفصله عن ملاجئ الشعاب المرجانية.

ومع احترار المناخ، ينبغي أن يركِّز علماء حفظ الأحياء على حماية الشعاب المرجانية التي ترتبط بملاذات تاريخية.

Science **344, 1016–1019 (2014)**

GERARD SOURY/OXFORD SCIENTIFIC/GETTY

علوم الغلاف الجوي

مخاوف مناخية متعلقة بغازات التبريد

تُشكِّل المواد الكيميائية التي تتسرب ببطء من الثلاجات ومكيفات الهواء تهديدًا أكبر على المناخ مما كان يُعتَقد سابقًا.

إن مركبات الهيدروفلوروكربون هي غازات تبريد تحل محل المواد الكيميائية المحظورة المستنفِدة للأوزون، لكن مركبات الهيدروفلوروكربون تُعتبر أيضًا من غازات الاحتباس الحراري. وكمية المواد الكيميائية هذه المخزَّنة في أجهزة التبريد آخذة في الازدياد. وقد حلّل جوس فيلدرز وزملاؤه ـ بالمعهد الوطني للصحة العامة والبيئة في بلتوفن، هولندا ـ سيناريوهات مختلفة لخَفْض مركبات الهيدروفلوروكربون، إما عن طريق الإلغاء التدريجي للإنتاج، أو من خلال تدمير الأجهزة المحتوية على مركبات الهيدروفلوروكربون.

وجد الباحثون أن الإلغاء التدريجي لإنتاج مركبات الهيدروفلوروكربون في وقت مبكر ـ بحلول عام 2020 مثلًا ـ من شأنه أن يعود بأعظم نفع على البيئة. وإذا بدأ الإلغاء في وقت لاحق؛ فسوف ينبغي تدمير الملايين من وحدات التبريد وتكييف الهواء؛ لتحقيق الفائدة نفسها.

Atmos. Chem. Phys. **14, 4563–4572 (2014)**

تغيُّر المناخ

السّناج يسهم في ذوبان جرينلاند

ساعدت حرائق الغابات في نصف الكرة الشمالي على تحفيز ذوبان قياسي لسطح الجليد في جرينلاند. وقد حلَّلت كايتلين كيجان وزملاؤها ـ بكلية دارتموث في هانوفر، نيو هامبشاير ـ ست عيِّنات لجليد ضحل من مناطق داخلية مختلفة من جرينلاند. وقد وجد الباحثون أن سبب كلٍّ من الذوبان القياسي في عام 2012، وآخر ذوبان واسع النطاق حدث على نحو مماثل في عام 1889 هو نتيجة تضافر تأثير درجات حرارة الجو الدافئ على غير المعتاد، وزيادة امتصاص الحرارة بواسطة الثلوج المحمَّلة بالسِّناج الناجم عن حرائق الغابات البعيدة.

ويرى الباحثون أنه من المتوقع ارتفاع متوسط درجات الحرارة في الصيف، ووتيرة حرائق الغابات في نصف الكرة الشمالي. وهكذا، فإن ذوبان جليد السطح على نطاق واسع في جرينلاند قد يحدث في أي سنة تقريبًا بحلول نهاية القرن.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/svz (2014)**

الجيولوجيا

القشرة الأولى بدت مثل أيسلندا

تشير صخور قديمة من كندا إلى أن قشرة الأرض الأولى تكوَّنت منذ مليارات السنوات، تمامًا مثل أيسلندا.

يعتقد جيولوجيون أن القشرة القارية تشكَّلت في البداية عندما اخترقت الصهارة قشرة المحيط الكثيفة، وتبلورت فوقها. وتُعتبر أيسلندا أفضل تماثُل حديث لتشكيل القشرة القارية القديمة، ولكنْ حتى الآن لم يُعْثَر على صخور قديمة لها التركيب الكيميائي نفسه لصخور أيسلندا. واكتشف جيسي ريمينك وزملاؤه ـ بجامعة ألبرتا في إدمونتون، كندا ـ أن صخورًا عمرها 4.02 مليار سنة في شمال غرب كندا تشارك صخور أيسلندا البصمات الجيوكيميائية ذاتها، ولكن بصماتها تختلف عن الصخور التي يتراوح عمرها من 3.9 إلى 2.5 مليار سنة.

ويقول العلماء إن الصخور الكندية ربما تشكَّلت عندما بردت الصهارة، وتَحَجَّرَت في المياه الضحلة.

Nature Geosci. **http://doi.org/szb (2014)**

اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

الفائز يحصل على كل شيء في العلوم

يتبادل عديد من الباحثين على موقع "تويتر" مقالًا يدعم ملاحظاتهم التي توصلوا إليها بصعوبة، وهي تتمثل في أن تمويل العلوم لا يُوجَّه دومًا إلى أكثر مستحقيه. يشير المقال ـ الذي كتبه عالِم الاجتماع يو شيه من جامعة ميتشيجان في آن أربور ـ إلى أن العلوم تشبه الآن نظام "الفائز يحصل على كل شيء"، الذي يمنح حصة غير متناسبة من الموارد لأقليّة من الباحثين والمؤسسات. وكَتَبَ تيموثي أوليري ـ عالِم الأعصاب في جامعة براندايز في والتهام، ماساتشوستس ـ تغريدة تقول: "لا بأس من عدم المساواة، شريطة أن يتمكن 90% من العلماء من كَسْب عيشهم". هذا.. ولكن هناك صعوبة في تحقيق هذا. يقول أوليري: "تدور بين باحثي ما بعد الدكتوراة محادثات دائمة حول تَرْك المجال البحثي. لقد صار عليهم الترقِّي، أو الرحيل".

Xie, Y. *Science* 344, 809–810 (2014)



استنادًا إلى بيانات موقع altmetric.com، فموقع Altmetric مدعوم من قِبَل ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "نيتشر" للنشر.

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/f79a6z

علم المناعة

الخلايا الجنينية لديها ذاكرة جيدة

عُثِرَ على خلايا مناعة يمكنها "تَذَكُّر" لقاءات ماضية مع جزيئات دخيلة في دم الحبل السري البشري، على الرغم من أن بيئة الجنين يُفترَض أن تكون معقمة.

تبدأ الخلايا التائية البشرية في التشكُّل عندما يكون عمر الجنين عشرة أسابيع تقريبًا، ولكنْ سَرَى اعتقاد أن الخلايا لا تتعرض للمستضدات الدّخِيلَة إلا بعد الولادة. ومع ذلك.. وجد ريتشارد لومان وفريقه ـ بمعهد باستير في باريس ـ مجموعة فرعية من الخلايا التائية الجنينيّة، معروفة باسم خلايا الذاكرة؛ التي تتذكر الجزيئات الدّخِيلَة، وتستجيب بسرعة أكبر عند التعرض لها مرة ثانية. تُشكِّل خلايا الذاكرة هذه 1ـ6% من خلايا CD4 التائية، أو الخلايا التائية المساعدة، في دم الحبل السري لحديثي الولادة الأصحاء. ولا تزال هويّات المستضدات التي تتفاعل معها غير معروفة.

Sci. Transl. Med. **6, 238ra72 (2014)**

فيزياء الجسيمات

المادة المضادة تجتاز اختبار الشحنة

ضيَّق فيزيائيون حدود الشحنة الممكنة لذرة مضاد الهيدروجين، حيث تم قياس الشحنة المتعادلة في عديد من الذرات والجزيئات بدقة عالية للغاية. ويخبرنا النموذج القياسي للفيزياء أن نظير الهيدروجين من المادة المضادة يجب أن تكون شحنته مضادة، وبالتالي سيكون متعادلًا بدرجة مماثلة. وربما ساعدت أي اختلافات بين الاثنين على تفسير سبب احتواء الكون على مادة أكثر من المادة المضادة.

استخدم جويل فاجانز وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا، بيركلي ـ بيانات من تجارب سابقة؛ لتحليل تأثير المجالات الكهربائية على ذرات مضاد الهيدروجين، المنطلقة من فخ مغناطيسي. وجد الباحثون أن الذَّرَّة كانت متعادلة الشحنة، مع حدٍّ أقل بمليون مرة من أفضل رقم سابق.

Nature Commun. **http://dx.doi.org/10.1038/ncomms4955 (2014)**

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/latestresearch

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

سياسات

قانون حفظ دم الأطفال

سوف تسمح ولاية مينيسوتا مرة أخرى بحفظ بُقَع الدم التي جُمِعت من أطفال حديثي الولادة، واستخدامها لأغراض البحث، ما لم يُؤْثِر الآباء عدم المشاركة. ففي السادس من مايو الماضي، وقَّع حاكم الولاية مارك دايتون على مشروع القانون المثير للجدل، لاغيًا الحكم الصادر في عام 2011 عن المحكمة العليا في الولاية، الذي نصَّ في حيثياته على أن الممارسة تنتهك قوانين الولاية التي تستوجب الحصول على موافقة كتابية وواعية من أجل جمع معلومات جينيّة وتخزينها. وقد سمح الحُكم الصادر في عام 2011 بتخزين معظم بقع الدم لمدة 71 يومًا فقط؛ لإتاحة الوقت لإجراء فحص روتيني لكشف الأمراض؛ واضطرت الولاية إلى تدمير أكثر من مليون عينة. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/5ckmbm.

برنامج الفيزياء الأمريكي

يجب أن تركِّز فيزياء الطاقة العالية في الولايات المتحدة على التعاون الدولي؛ لضمان الاستمرار في مواجهة ضيق الميزانيات، حسبما يشير إليه تقرير صدَر في الثاني والعشرين من مايو الماضي من فريق تحديد أولويات مشروع فيزياء الجسيمات، التابع لوزارة الطاقة الأمريكية. شدّد التقرير على الحاجة إلى أن تظل الولايات المتحدة لاعباً رئيسًا في مُصادم هادرون الكبير في سيرن ـ مختبر فيزياء الجسيمات في أوروبا، الواقع قرب جنيف، سويسرا ـ وأن تظل مشاركًا في المُصادِم الخَطِّي الدولي المُقترح إنشاؤه في اليابان. يوصي الفريق أيضًا بإعادة صياغة منشأة النيوترينو المُقترَحة في مختبر المُسارع الوطني "فيرمي" في باتافيا، إلينوي، كسَعْي للتمويل الدولي. انظر: go.nature.com/fo5b8f

حظر المواد الكيميائية

ستصبح مينيسوتا أول ولاية أمريكية تحظر بيع المنتجات التي تحتوي على التريكلوسان triclosan، وهو عامل مضاد للميكروبات، يدخل في صناعة الصابون، ومنظفات الجسم، وغيرها من منتجات التنظيف الأخرى. وقد تمّ التوقيع على الحظر في السادس عشر من مايو الماضي؛ ليصبح قانونًا. والتريكلوسان هو بالفعل قيد البحث من قِبَل هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، وذلك بسبب مخاوف تتعلق بالسلامة. يتضمّن قانون مينيسوتا ـ الذي سوف يدخل حيز التنفيذ في الأول من يناير عام 2017 ـ استثناءات للمنتجات المعتمدة للاستخدام من قِبَل هيئة الغذاء والدواء الأمريكية.



طاقة أقل تلوثًا في طور التنفيذ

سوف يتحتم على محطات توليد الطاقة الأمريكية الحالية بحلول عام 2030 خَفْض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 30%، أقل من مستويات عام 2005، وذلك بموجب خطة من وكالة حماية البيئة (EPA)، صدرت في الثاني من يونيو الماضي. وسوف يساعد هذا المخطط على توجيه الولايات المتحدة نحو خفض إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بنسبة 17% أقل من مستويات عام 2005 بحلول عام 2020، للوفاء بتعهد الرئيس باراك أوباما في عام 2009. وتُعَدّ محطات توليد الطاقة (مثل محطة بروس مانسفيلد في بنسلفانيا، في الصورة) من أكبر مصادر تلوث الكربون في البلاد. والهدف من اللوائح هو الحدّ من انبعاثات ملوثات بعينها، مثل الزرنيخ، والزئبق، لكن لا توجد ضوابط محلية لمستويات انبعاثات الكربون. وبحلول شهر يونيو من عام 2015، سوف تكون وكالة حماية البيئة قد وضعت اللّمسات الأخيرة على الخطة، بعد فترة تمتد إلى 120 يومًا من أجل التعليق العام. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/ gjyruv

المحاصيل المُعَدّلة وراثيًّا

في اجتماع مغلق يوم الثامن والعشرين من مايو الماضي، توصّل الاتحاد الأوروبي (EU) إلى تسوية بخصوص زراعة المحاصيل المُعدَّلة وراثيًّا (GM). ومن المفترَض أن تسمح الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي في الوقت الراهن بزراعة أي محاصيل مُعدّلة وراثيًّا تراها الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية آمنةً للصحة والبيئة، لكن هناك بلدان رفضت ذلك؛ مما خلق مواجهة دستورية. والآن، سوف يتم السماح للدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي برفض زراعة المحاصيل المُعدّلة وراثيًّا، التي لا ترتكز على أسس علمية، شأنها شأن القضايا المتعلقة بتخطيط المدن والضواحي. أجرى وزراء البيئة الأوروبيّون التصويت على الاقتراح في الثاني عشر من يونيو الماضي؛ علمًا بأنّ هذا الاقتراح يتطلب أيضًا موافقة البرلمان.

تسهيلات

فُقِدَت في البحر

تحطَّمت في البحر غواصة تُجْرِي بحوثًا في أعماق البحار، يُقَدَّر ثمنها بنحو 8 ملايين دولار أمريكي، وتنتمي إلى مؤسسة "وودز هول لعلوم المحيطات" في ولاية ماساتشوستس. فُقِدت المركبة غير المأهولة، نيريوس، على عمق 9990 مترًا تحت الماء، بينما كانت تستكشف خندق كيرماديك قبالة نيوزيلندا في العاشر من مايو الماضي. وقد استعاد أفراد طاقم "السفينة توماس جي. تومسون" ـ الذين كانوا يُشغِّلون نيريوس ـ حطامها في وقت لاحق من سطح البحر. ويبدو أن الغواصة قد انفجرت نتيجةً

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

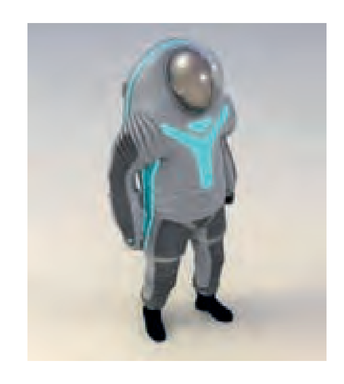
للضغط، حسبما ذكر المعهد في بيان له. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/qiwrmd.

إنهاء برنامج HAARP

يواجه برنامجُ الحكومة الأمريكية لأبحاث الشفق القطبي الفعال عالي التردد (HAARP) خطرَ الإغلاق. وهو بمثابة منشأة رائدة في مجال أبحاث الغلاف الأيوني، ومقرها قرب جاكونا، ألاسكا. وتستخدم وكالة مشروعات أبحاث الدفاع المتقدمة، التي تبلغ موازنتها 250 مليون دولار، المنشأة بشكل رئيس، ولكنها أعلنت في الرابع عشر من مايو الماضي أنها ستنهي تجاربها هناك. وأفادت القوات الجوية الأمريكية ـ التي تدير المنشأة ـ بأن إنهاء البرنامج سيتم فور انتهاء الوكالة من عملها. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/wv69qs.

بِذْلَة فضائية جديدة

قد يرتدي الرُّوّاد المتّجهون إلى المريخ يومًا ما بِذلة فضائية تشبه النموذج الأوّلي في الصورة. كان التصميم الأزرق اللامع الذي كشفت عنه وكالة "ناسا" في الثلاثين من إبريل الماضي هو المفضَّل لدى الجمهور، حيث حصد 233431 صوتًا (حوالي الثلثين). وعلى خلاف الأجيال السابقة من التصاميم، تشمل هذه البِذْلَة جذعًا علويًّا جامدًا؛ لحماية رواد الفضاء خلال مغامراتهم على سطح المريخ، كما تحتوي على وصلات أكثر مرونة عند الخصر والأكتاف. ومن المتوقع أن تكون البِذْلَة جاهزة للاختبار بحلول نوفمبر المقبل. وسيتم وضعها قيد الاختبار في مسبح عملاق ـ في هيوستن، بولاية تكساس ـ تستخدمه وكالة "ناسا" لتدريب



NASA

روّاد الفضاء على السير في الفضاء. ومع ذلك.. لا تزال تفصلنا عقود عن إرسال رحلات إلى المريخ.

أبحاث

فيروس جُدَري جديد

ظهر فيروس ذو صلة بالجدريّ في جمهورية جورجيا. فقد عزل عالِم الأوبئة نيل فورا وزملاؤه ـ في المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية في أتلانتا، جورجيا ـ فيروسًا من اثنين من رعاة البقر اللذَين أصيبا بالمرض بعد التعامل مع حيوانات مريضة، واكتشفوا أنه لم يكن جدري البقر، ولكنه نوع جديد. أعلن الباحثون نتائجهم يوم الثلاثين من إبريل الماضي في اجتماع عُقِد في أتلانتا. ويقول الباحثون إن العثور على فيروس جدريّ جديد يؤثر على البشر أمرٌ نادر الحدوث، وهذا على الأرجح، بسبب عدم وجود نظام رصد شامل.

قانون السلامة الإحيائيّة

يجب على الحكومة الألمانية سنَّ قانون جديد لتنظيم بحوث العلوم الحيوية محتملة الخطورة، وفق ما أوصى به مجلس علم الأخلاق الوطني في تقرير صدر يوم السابع من مايو الماضي. وأفاد المجلس أن هذه البحوث ذات الاستخدام المزدوج ـ التي تتضمن دراسات حول مسبِّبات الأمراض الفتاكة والسموم ـ يجب أن تخضع لموافقة لجنة اتحادية من خبراء متعدِّدي التخصصات. وحسب توصية التقرير، ينبغي أيضًا على الجامعات الألمانية والمنظمات البحثية إعداد ميثاق وطني لقواعد السلوك. يُذكر أن الحكومة الألمانية كلَّفت المجلس بإعداد التقرير منذ عامين.

العنصر 117

أنتج علماء ذرات العنصر 117فائق الثقل، حسبما أعلنوا في الأول من مايو الماضي، مؤكدين اكتشاف العنصر منذ أربع سنوات بواسطة مجموعة مختلفة. وأُجرِيت أحدث التجارب في "مركز هيلمهولتز لأبحاث الأيونات الثقيلة" في دارمشتات، ألمانيا (J. Khuyagbaatar *et al. Phys. Rev. Lett.* **112**, 172501; 2014). وقد رُصِدت الذرات، التي تم إنتاجها من خلال مصادمة عناصر أخف وزنًا، لأول مرة في المعهد المشترك للأبحاث النووية في دوبنا، روسيا، في عام 2010. ولا يزال الاعتراف الرسمي بالاكتشاف، ومنح العنصر اسمًا في انتظار موافقة خبراء من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية، والاتحاد الدولي للفيزياء البحتة والتطبيقية.

الاقتباس من الدراسات

محاولات نسخ دراسات علم النفس ينبغي أن تتبع مجموعة من القواعد الأساسية؛ لتعزيز حُسْن النية، حسبما يقول دانييل كانمان، الطبيب النفسي بجامعة برينستون في ولاية نيو جيرسي، الحائز على جائزة "نوبل". وفي رسالة متاحة نُشرت على الإنترنت في العشرين من مايو الماضي، يدعو كانمان المُقتبِسين للبحث عن مدخلات تصميم الدراسة عند واضعي الدراسة الأصليين. ويضيف كانمان قائلًا إنه ينبغي على المقتبِسين توفير وصف كامل لخططهم الدراسية. تأتي رسالته بعدما نشرت دورية "سوشيال سيكولوجي" Social Psychology شريحة ثانية من محاولات النسخ في مجال علم النفس، التي فشل الكثير منها في تأكيد النتائج الأصلية.

قضية سوء سلوك

وافقت هاروكو أوبوكاتا ـ باحثة الخلايا الجذعية في مركز رايكن RIKEN لعِلْم الأحياء التنموي في كوبِي، اليابان ـ على سحب أحد البحثين المثيرين للجدل، وفقاً لتقارير وسائل الإعلام في اليابان يوم الثامن والعشرين من مايو الماضي. ففي الأبحاث المنشورة في دوريّة "نيتشر" في يناير، ادَّعت أوبوكاتا أنها قد خلّقت نوعًا جديدًا من الخلايا الجذعية، عن طريق تعريضها لحمض أو ضغط بسيط، لكن اتضح أن البحث حوى صورًا مُكرّرة، وأخرى تم التلاعب بها. وقد تمّ إثبات أنّ أوبوكاتا مذنبة بتهمة سوء السلوك العلمي في تحقيقٍ تمّ مِن قِبَل مركز رايكن في إبريل الماضي. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature. com/wsfox5

أحداث

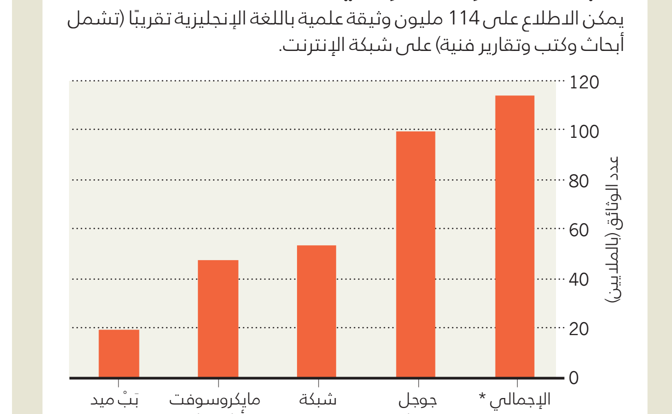
عفن سريع

في التاسع عشر من مايو الماضي، تم الإعلان عن الفائزين وحيدي الخلية في منافسة غريبة لتتويج أسرع عفن مخاطي في العالم. ففي سباق "ديكتي" العالمي، الذي انعقد في بوسطن بولاية ماساتشوستس، تبارت سلالات من العفن المخاطي (ديكتيوستليم ديسكويديم *Dictyostelium discoideum*) في مضمار سباق مختلَق متناهي الصغر طوله 800 ميكرومتر. وقام بإرسال بطل السباق فريقٌ من جامعة جرونينجن في هولندا، بعد تعديله وراثيًّا ليكون حساسًا بشكل خاص لجزيء يبث إشارات، ويُسمى أُحادي فوسفات الأدِينُوزين الحلقي، الذي تم استخدامه كمادة كيميائية جاذبة في السباق. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/6ezbrd.

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/news

مراقبة الاتجاهات

يمكن لمحرك البحث "جوجل سكولار" Google Scholar أن يجد 88% تقريبًا من جميع الأوراق العلمية باللغة الإنجليزية على الشبكة العالمية، وفقًا لتقديرات عالِمَي الكمبيوتر لي جايلز، ومَدْيَن خبصة من جامعة ولاية بنسلفانيا في يونيفرستي بارك (M. Khabsa and C. L. Giles *PLoS ONE* **9**, e93949; 2014). وقد دَرَس الثنائي تغطية موقع "جوجل سكولار" ومنافسه، "مايكروسوفت أكاديميك سيرش" Microsoft Academic Search، وأضافا أن نسبة 24% ـ على الأقل ـ من الأوراق متاحة مجانًا. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/matsio



SOURCE: PLOS ONE/THOMSON REUTERS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبـــار في دائرة الضـوء

تقنية الاستخبارات الأمريكية تحلِّل لغة البراءات والأوراق العلمية؛ للتعرف على تقنيات المستقبل **ص. 22**

تطوير الدواء العلاج بميكروبات الجسم البشري يجذب مزيدًا من الاستثمارات **ص. 24**

علم الجينوم التتابع الجيني لكائنٍ من المشطيّات الهلامية يكشف عن جهاز عصبي، لا مثيل له **ص. 25**

علم الأكوان السعي لاكتشاف المزيد من أسرار الإشعاع المتبقي من الانفجار العظيم **ص. 36**



BABU/REUTERS/CORBIS

من الممكن شراء المُضادات الحيوية، دون الحاجة إلى وصفة طبية في عديد من دول العالم، بينما يُؤَجِّج فرط استخدام الأدوية ثورة الميكروبات المُقاوِمة.

الصّحة العامّة

مُقــاومــة المُضــادّات الحيويّة تجتاح العــالَم النّــامي

في ظلِّ تجاوُز وفرة الأدوية لتنظيم استخدامها، تُقاوِم البكتيريا محاولات القضاء عليها بشراسة.

سارة ريردون

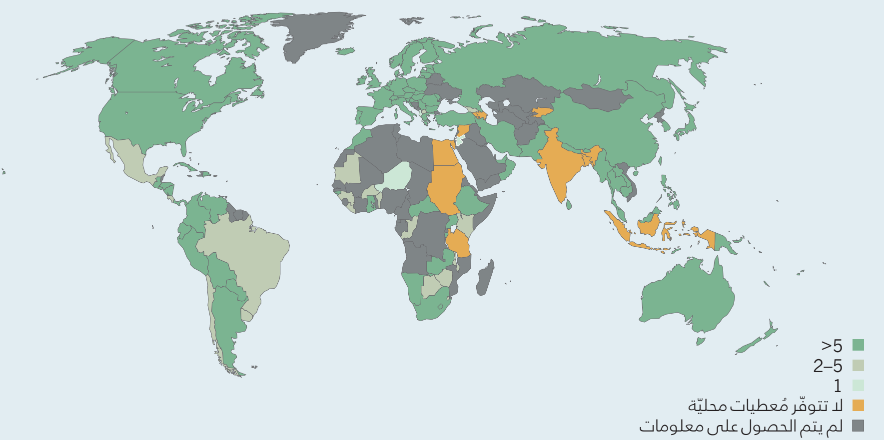
وفِق مُعظم المقاييس، يُعدُّ تزايد توفُّر المضادات الحيويَّة المُنقذة للحياة في دول العام النّامية، أمرًا إيجابيًّا، لكن الإفراط في استخدامها في جميع أقطار العالم أتاح الفرصة لتطوُّر سُلالات فتّاكة ومُقاومة للأدوية، قد تُهدِّد الشعوب الفقيرة أكثر من الغنيّة. ومن أسباب ذلك.. غياب تنظيم استخدامها.

تأتي هذه المخاوف وسط تحذيرات صارمة أطلقتها منظمة الصحة العالمية منذ 30 من إبريل الماضي (انظر go.nature.com/c217ry). وحسب منظمة الصحة العالمية، فإنّ العالم على وشك الانتقال إلى عصر «ما بعد المضادات الحيوية»، وقد بدأ هذا العصر بالفعل في بعض البُلدان. فمثلًا في نيجيريا، ترى بعض الدّراسات أنَّ 88% من حالات العدوى بالبكتيريا العنقوديّة الذّهبيّة (*Staphylococcus aureus*)، لم يَعُد يُجدي علاجُها بالميثيسيلّين (methicillin)، الذي كان يومًا ما من أنجع الأدوية المُضادة لهذا النّوع من البكتيريا. وتبدو هذه المشكلة خطِرة ـ على وجه الخصوص ـ في البُلدان النّاشئة اقتصاديًّا، المعروفة ببلدان «BRIC»، وهي: البرازيل، وروسيا، والهند والصين، حسبما يرى كيث كلوجمان، عالِم الوبائيّات في مؤسسة «بيل وميليندا جيتس» من سياتل في واشنطن.

ووفق بحثٍ، على وشك أن يتمَّ نشره في الدوريّة العلمية «ذا لانسيت»، أجراه تيموثي والش، وهو مختص في الأحياء الدقيقة الطبيّة من جامعة كارديف في بريطانيا، يحمل حتى 95% من البالغين في الهند وباكستان بكتيريا مُقاوِمة للمُضادات الحيويّة التي تحتوي على بيتا-لاكتام –تشمل كاربابينيمات (carbapenems) التي هي بمثابة «الملاذ الأخير» من بين المُضادات الحيوية، بالمقارنة بـ10% فقط من البالغين الذين يقطنون منطقة كوينز في نيويورك ويحملون مثل هذه البكتيريا. يقول والش: «بات انتشار البكتيريا المُقاوِمة أكبر بكثير مما كان بالإمكان تخيُّله».

هذه هي فقط التهديدات الميكروبيّة التي يُحيط بها الباحثون. وتُشير منظمة الصحّة العالميّة ـ في ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



SOURCE: WHO

تقريرها الذي يتضمّن أوّل خريطة عالميّة تصف مقاومة المضادات الحيويّة- بأنّ 129 دولة فقط من أصل 194 من الدول الأعضاء لديها، قدمت مُعطيات محليّة بشأن مُقاومة الأدوية (انظر «انتشار الجائحة»). بينما قامت 22 منها فقط بتتبُّع ورصد تسعة أزواج من البكتيريا والمضادات الحيوية المُلائمة لعلاجها، وتصف المُنظّمة هذه الأزواج التسعة بالتّهديد الأخطر للصحة العامّة. وتشمل القائمة: العنقوديّة الذّهبيّة (*S. aureus*)، والمُضاد الحيوي ميثيسيلّين، الإيشريشيّة القولونيّة (*Escherichia Coli*) والمُضادات من فئة سيفالوسبورينات (cephalosporins)، والكِلبسيلّا الرِّئويَّة (*Klebsiella pneumonia*) والمُضادات من فئة كاربابينيمات.

يزداد تعقيد هذه المُشكلات بسبب النّقص في تطوير أدوية جديدة مضادة للميكروبات. ليس فقط بسبب النَّقص المحتمل في توفير المُضادات الحيويّة مُستقبلًا، وإنَّما يرى كلوجمان أنّ التجارب الإكلينيكيّة التي تقوم بها شركات المستحضرات الدوائيّة على المُضادات الحيويّة تُعدُّ مصدرًا قيّمًا للباحثين المتخصصين في الصّحة العامّة؛ لاستقاء مُعطيات تتعلق بمُقاومة الأدوية، ويقول: «اليوم، إذْ نُعاصِر حقبةً يتم فيها تطوير عدد قليل جدًّا من المُضادات الحيويّة الجديدة، لا يتوفَّر لنا مثل هذا الدّعم».

ونتيجةً لذلك.. لا يعرف العلماء ما هي العوامل التي سبَّبت استشراء مقاومة الأدوية بهذه السرعة في الدّول النّامية. فمثلًا، من غير الواضح إلى أيّ حدٍّ أسهم في ذلك استخدام المضادات الحيويّة بغرض تسريع نموّ الحيوانات، أو لجوء مصنِّعي المستحضرات الطبّيّة إلى التّخلص من المضادات الحيوية عبر مياه الصرف الصحي في بلد مثل الهند.

قد يعود أحد أهمّ الأسباب المُحتملة لسرعة استشراء مُقاومة الأدوية إلى ضعف مُراعاة التطهير، إذ ليس هناك تصريفٌ جيّد لمياه الصّرف الصحي في المستشفيات في بعض المناطق، ما يتيح للبكتيريا المُقاوِمة للمُضادات الحيويّة ـ التي تزدهر وتترعرع في هذه المياه ـ التّسرُّب إلى التّرع أو القنوات المائية. وعند شرب الناس لهذه المياه المُلوّثة، أو لعدم حرصهم على النّظافة؛ تنتشر البكتيريا المُقاوِمة. ويضيف كلوجمان: « إذا كان لدينا استخدام واسع للمضادات الميكروبية، لكن دون توفُّر بِنْيَة تحتيّة لضبط انتشار العدوى؛ فإننا بذلك نعرّض أنفسنا لتسونامي من البكتيريا المُقاوِمة».

من المشكلات الأخرى.. الإفراط في صرف الوصفات الطبّيّة للمُضادات الحيويّة، أو استخدامها بشكل غير مُنظّم. ففي الصين مثلًا، تحصل المُستشفيات والعيادات على حوافز مالية لقاء صرف وصفات المُضادات الحيوية، الأمر الذي آل إلى فرط استخدام هذه الأدوية هناك. كما أنّ هناك من البلدان مَنْ يسمح للصيدليات ببيع المُضادات الحيوية، دون الإلزام بوصفة طبية؛ فيشتريها العامّة حتى بهدف التّداوي من الأمراض التي لا تنفع المُضادات الحيويّة في علاجها، كالملاريا مثلًا. ويقول رامانان لاكسمينارايان، مدير مركز ديناميكيّة اقتصاد وسياسة الأمراض (CDDEP) من واشنطن: « إنَّ هذه المسألة تُدمّر هذا المورد (المُضادات الحيويّة) بشكل جوهريّ». ومع هذا.. فإنَّ الإصرار على منع صرف المُضادات الحيويّة إلّا بموافقة الطبيب في الشعوب التي يتفشى فيها الفقر ـ وحيث تُعتبر زيارة الطبيب رفاهيّة ـ يعني منْع الكثير من النّاس من الحصول على الأدوية التي يحتاجونها.

وقد تُشكِّل هذه مشكلةً في البُلدان المُتطوّرة، إذا قام الأطباء بصرف وصفات طبية لهذه الأدوية على نحو غير ملائم، راضخين لضغوط المرضى. ويرى لاكسمينارايان أنَّ تدريب الصيادلة وتثقيف العامّة حول الاستخدام الصحيح للمضادات الحيويّة، قد يُسهم كثيرًا في المضيّ قُدُمًا نحو كبح مقاومة الأدوية حول العالم.

سيتطلّب حل هذه المشكلات رصدًا أفضل لمُقاومة الأدوية، كما يقول ستيوارت ليفي، الباحث والطبيب في جامعة توفتس من بوسطن، ماساتشوستس، الذي يرأس تحالفًا غيرَ ربحيٍّ لترشيد استخدام المضادات الحيويّة. ويقول: «ليس بالإمكان جمع عيّنة وتحليلها؛ للحصول على نتائج تُبيّن نسبة مقاومة الأدوية، ثمّ بعد ذلك الاعتقاد بأنَّها تمثِّل النّسبة المقاومة في أرجاء البلاد». ويقترح التقرير الجديد ـ الذي أصدرته منظمة الصحّة العالميّة ـ بناء شبكة رصد عالميّة جديدة، رغم أنَّه من غير الواضح مَنْ سيُموِّل تكاليف إنشائها. وباعتقاد ليفي، بإمكان المُستشفيات والمنظمات غير الحكوميّة والمجتمعات المحليّة، جميعًا، المساعَدة في تعقّب استخدام المُضادات الحيويّة واختبار مقاومة الأدوية عبر إجراء فحوصٍ تحرٍّ متوفِّرة وغير مُكْلِفة.

هناك مسألةٌ واحدة جليّة.. فعلى الرّغم من الحاجة المُلحّة إلى إيجاد أنواع جديدة من المُضادات الحيويّة، إلّا أنَّ حلّ هذه المُعضلة ليس بالمُمكن عبر تطوير مثل هذه الأدوية فقط. فقد تتوفّر هذه الأدوية بأثمان باهظة تَحُوْل دون مقدرة الناس في الحصول عليها في الدُّول النَّامية. ويرى سومانث جاندرا، المُختص في علم الأوبئة لدى مركز ديناميكيّة اقتصاد وسياسة الأمراض، أنَّه من المُحتَّم أن تخسر الأدوية الجديدة قدرتها على العلاج أيضًا في نهاية المطاف. ويقول: «سنجد أنفسنا في الدائرة نفسها مُجدّدًا، إلّا إذا استطعنا إيجاد أدوية جديدة مع اتِّباع نهج مختلف في استخدامها عمّا هو عليه الحال اليوم». ■

الأبحاث الطبية

معهد جديد للطب الحيوي يفتح أبوابه للفيزيائيين

هذا التطور اللافت يعكس اتجاهًا متناميًا لاستغلال خبرات الفيزياء

إليزابيث جيبني

تتزايد أهمية علم الفيزياء كأداة فعالة لعلماء الأحياء، بدءًا من استخدام فقاعات الصابون عند محاكاة انقسام الخلايا، وحتى استخدام الساعات المتزامنة لفهم مراحل نمو الأجنة. وقد غدا علم الفيزياء محور تركيز معهد فرانسيس كريك الجديد في لندن، وهو معهد ضخم متخصص في أبحاث الطب الحيوي.

المعهد الذي تكلف إنشاؤه 650 مليون جنيه إسترليني (1.1 مليار دولار) - وتمت تسميته باسم عالم الفيزياء الذي تحول لعالم أحياء وكان أحد مكتشفي بنية الحمض النووي - سيستفيد من المناهج التجريبية والنظرية المستمدة من علوم الفيزياء في مجال الأبحاث الطبية. عندما يتم افتتاحه في عام 2015، سيمثل علماء الفيزياء والكيمياء والرياضيات والهندسة خُمْس طاقمه الإجمالي الذي يبلغ قوامه 1250 شخصًا. وستكون مهمتهم مساعدة علماء الطب الحيوي على فهم أسباب تطور الأمراض واكتشاف طرق جديدة لعلاجها.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

سوف يتم افتتاح معهد فرانسيس كريك متعدد التخصصات في وسط لندن في عام 2015.

JUSTIN PIPERGER PHOTOGRAPHY/WADSWORTH3D

المعهد هو ثمرة تعاون بين المجلس البريطاني للأبحاث الطبية، وجمعيتين خيريتين - هما جمعية ويلكم ترست، وجمعية أبحاث السرطان البريطانية- وثلاث جامعات في لندن: إمبريال كوليدج لندن، وكينجز كوليدج لندن، وكلية لندن الجامعية. وقد بحث هؤلاء الشركاء بالفعل مدى إمكانية المزج بين التخصصات العلمية المتنوعة من خلال ورشة عمل عُقدت في الأسبوع الأخير من شهر مايو الماضي حول علم الفلك وتقنيات التصوير الطبي الحيوي. يعلّق جيم سميث ـ عضو مجلس معهد كريك ومدير المعهد الوطني للبحوث الطبية التابع للمجلس البريطاني للأبحاث الطبية، الذي سيصبح بعد ذلك جزءًا من معهد كريك ـ قائلًا: «لا يختلف النظر في المجهر لرؤية الخلايا والكائنات الدقيقة عن تأمل النجوم، وتحليل أنماطها وتوزيعها وفهم حركتها، فاللوغاريتمات التي نستخدمها في هذا وذاك غالبًا ما تكون متشابهة للغاية».

كان مصطلح الفيزياء الحيوية غالبًا ما يقترن بدراسة بِنْيَة البروتينات أو وظيفة القنوات الأيونية، إلا أن معهد كريك يمثّل جزءًا من حراك سينقل العلاقة بين علم الفيزياء والأحياء إلى طور جديد تمامًا. وعلى حد قول إيوا بالوش، عالمة فيزياء الخلايا الحيوية في كلية لندن الجامعية، قد يتضمن ذلك نمذجةً تكوُّن الأشكال والأنماط في النظم الحيوية عبر مقاييس مختلفة. «كيف تتكون الخلايا من الجزيئات، وتتحول الخلايا إلى أنسجة ثم كائنات ثم مجموعات من الكائنات؟ تتطلب دراسة هذا الأمر الانتقال من مقياس إلى آخر، مما يمثل مشكلة لا يمكن فهمها، دون وجود نموذج»، و«هنا يأتي دور الفيزياء» كما تقول بالوش.

تقول بالوش ـ التي سترأس معهد جديد لفيزياء النظم الحية في كلية لندن الجامعية والمقرر افتتاحه في الخريف المقبل ـ إن هذا المنهج يكشف كيف تؤدي عمليات الفحص المجهرية إلى التعرف على بعض الأنماط على مقياس الخلايا والأنسجة، وقد اعتمدت هذه العمليات جزئيًّا على تقنيات التصوير المحسَّنة وتطورات فيزياء «المادة الناعمة».

على مدار العقد الماضي، شهد تطبيق أدوات علم الفيزياء في دراسة علم الأحياء نموًّا مستمرًّا، فقد زاد عدد المؤتمرات ومقررات الخريجين والتمويل الذي يجمع بين التخصصين.

«ليس من السهل دومًا أن ننشر بحثًا في الفيزياء الحيوية. إنها مشكلة نواجهها باستمرار».

وكانت جمعية «ماكس بلانك» الألمانية من أولى المؤسسات التي تدعم هذا المزج بين العِلمين عندما بدأ اثنان من مراكزها، معهد ماكس بلانك لأحياء الخلايا الجزيئية والجينات ومعهد ماكس بلانك لفيزياء النظم المعقدة الواقعان في مدينة دريسدن، التعاون المشترك في عام 2002. تُعتبر الولايات المتحدة أيضًا من الروّاد، كما يقول أليكسندر فان أودينااردن، أخصائي علم الأحياء الكمي في معهد أوبريخت في أوتريخت بهولندا. وحتى عام 2012، كان أودينااردن مديرًا لمركز متخصص في علوم الفيزياء والأورام من إجمالي 12 مركزًا مماثلًا، أسسها المعهد الوطني للسرطان، التابع لمعاهد الصحة الوطنية الأمريكية. ونظرًا إلى نجاحهم ـ على سبيل المثال ـ في أبحاث سرطان الثدي، دعت معاهد الصحة الوطنية إلى إنشاء مجموعة جديدة من المراكز.

تقول بالوش إن البعض قد يرى في علاقة الفيزياء بالأحياء إحياءً لعلاقة قديمة أكثر منها تطورًا جديدًا. فقبل «ثورة الجزيئات» في الخمسينات من القرن الماضي، التي وجهت الأبحاث الحيوية للتركيز على الجينات وعلم الأحياء الجزيئي، كان للفيزياء دور أكبر في هذا المجال، تَجَلَّى – حسب قولها – في مشاركة العالِم فرانسيس كريك نفسه في اكتشاف بنية الحمض النووي الحلزونية، إلا أن هذا الاكتشاف أدى إلى تهميش الفيزياء.

يقول ريتشارد تريسمان ـ مدير معهد لندن للبحوث التابع لجمعية أبحاث السرطان البريطانية ـ إن علم الفيزياء عاد مرة أخرى ليساعد علماء الأحياء في التعامل مع الكميات الضخمة من البيانات التي ينتجونها، وتصوير الكائنات الحيوية بطرق جديدة، وتصميم المواد. ويكمل قائلًا: «ثمة عدد كبير من المسائل والأمور الضخمة التي تجرُّك ـ رغم أنفك ـ إلى علوم الفيزياء».

هذه الآراء تعبِّر عن قصور محتمل في المزج بين العِلمين، وهي شكل من أشكال صراع الثقافات. فعلماء الأحياء والفيزياء يتحدثون في بعض الأحيان لغات مختلفة، ولذلك.. يجب على فِرَق العلماء والباحثين في معهد كريك التعلم من بعضها البعض.

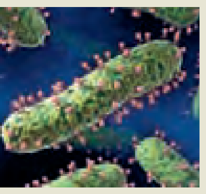
يؤكد جيم سميث أن معهد كريك يهدف إلى إزالة كل عقبات وعوائق التواصل، حيث ستتمكن المجموعات الكاملة من باحثي الفيزياء والأحياء من الحصول على إعارات أو انتدابات داخل المعهد الذي صُمم من الناحية المعمارية لتشجيع المقابلات واللقاءات العرضية التي تحفز على تبادل الأفكار.

أدركت جهات تمويل الطب الحيوي مزايا تكامل الأحياء مع الفيزياء، ففي إطار استراتيجية الأبحاث الجديدة، أعلنت جمعية أبحاث السرطان البريطانية في شهر إبريل الماضي عن منحة قدرها 5 ملايين جنيه إسترليني مخصصة للتعاون مع العلوم الفيزيائية، وهو قرار اتخذته الجمعية بعد تقييم فعالية الجمع بين العِلمَين.

ترحب بالوش بهذا النوع من المبادرات، وتضيف أنه رغم زيادة المنح المشتركة، إلا أن إقناع لجان التحكيم بتمويل الأبحاث متعددة التخصصات ليس أمرًا سهلًا. هناك صعوبات في نشر هذه الأبحاث أيضًا، لأن العديد من دوريات الأحياء تتوقع أنواعًا مختلفة من الشروح التفصيلية لسلوك الكائنات الحية عن الشروح التي تقدم عادة في أبحاث الفيزياء. تقول بالوش: «ليس من السهل دومًا أن ننشر بحثًا في الفيزياء الحيوية. إنها مشكلة نواجهها باستمرار». ■

المزيد أونلاين

القصة الرئيسة



ANIMATED HEALTHCARE/SPL

● الميكروبات تستخدم الترميز الجيني غير المعياري في الطبيعة، go.nature.com/9a3zbc

أخبار أخرى

● المشيمة السليمة تستضيف فلورا بكتيرية، go.nature.com/lmht8k

● كيف تشكل الذرات مجموعات ثلاثية عملاقة، go.nature.com/yjeaxh

● وكالة ناسا قد تنهي خدمة تليسكوب سبتيزر؛ لإنقاذ المهام الأخرى، go.nature.com/geuakr

نيتشر بودكاست



مغناطيسية البروتينات؛ مقاومة المضادات الحيوية، وأفران نظيفة go.nature.com/nature/podcast



RICHARD NEWSTEAD/GETTY

كان من الممكن التنبؤ بظهور تقنيات كالتَّتبُّع بالأقمار الصناعية من خلال تحليل الإنتاج العلمي السابق.

تقنية

التنقيب في النصوص يوفِّر قرائن للتنبؤ بالنجاح القادم

برنامج للاستخبارات الأمريكية يحلِّل لغة براءات الاختراع والأوراق العلمية؛ للتعرف على تقنيات المستقبل الكبرى.

سارا ريردون

هناك مشروع تدعمه وكالة الاستخبارات الأمريكية قد يسهِّل كثيرًا ـ وفي وقت قريب ـ التنبؤ بالتقنيات التي قد تُغير قواعد اللعبة في يوم من الأيام. أظهرت النتائج التي أعلنت عنها في الأسبوع الثالث من مايو الماضي هيئة أنشطة بحوث الاستخبارات المتقدمة (IARPA) أن المؤشرات المستقاة من الصيغ المستخدمة في الأوراق العلمية وبراءات الاختراع والعلاقات بينها يمكن أن تساعد في التنبؤ بالبحوث الناجحة.

يمكن للمشروع، الذي يُطلق عليه اسم «الاستبصار والفهم من العرض العلمي» (FUSE) مساعدة الجهات المموّلة في تحديد الفائزين، ومساعدة الحكومات في رصد «التقنيات التخريبية»، التي تشعر أنها قد تهدد الأمن القومي، أو تتجاوز الأنظمة والتشريعات على سبيل المثال. تتضمن الأمثلة من الماضي تقنيات النانو وتقنيات المعلومات، مثل استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في الهواتف الجوّالة؛ لتسهيل تتبع تحركات الأفراد. في الأسبوع الثالث من مايو الماضي، دخل مشروع «الاستبصار والفهم من العرض العلمي» ـ الذي تبلغ مدته أربع سنوات ابتداءً من عام 2011 ـ مرحلته الأخيرة، ألا وهي التنبؤ بالنجاح الذي سيحدث بعد ثلاث إلى خمس سنوات من الآن.

ورغم أنه تم في الماضي التنقيب في نصوص ملخصات البحوث عن الكلمات الرئيسة والقرائن الأخرى في اللغة، فإن مشروع «الاستبصار والفهم من العرض العلمي» يُعد واحدًا من أوائل مشروعات التنقيب في النص الكامل للأوراق العلمية وبراءات الاختراع. وحتى الآن، تم إنجاز أكثر من 2 مليون تحليل للبيانات السابقة لاكتشاف جوانب التقدم الرئيسة، حسب قول ديوي مورديك، مدير المشروع. ومن بين هذه البيانات، تم تحديد عدة مئات من المؤشرات التي تسلط الضوء على جوانب التقدم الناشئة، مثل اتفاقات التعاون الجديدة، أو تعبيرات الحماسة في النص.

يقول جون بيرنز، عالِم الحاسب في مركز SRI الدولي للابتكار في مينلو بارك بولاية كاليفورنيا، الذي يعمل فريقه مع فريقين آخرين في تطوير برمجيات لمشروع «الاستبصار والفهم من العرض العلمي»: «ما نود التقاطه هو فهْم للتوليفة الصحيحة للأشياء التي تؤدي للنجاح». وللقيام بتنبؤات، يقوم برنامجه بالتنقيب في النصوص بحثًا عن الكلمات الرئيسة، والاستشهادات، والعبارات التي تشير إلى توقعات المؤلفين في الأوراق العلمية.

> «الاختصارات تشير إلى القبول من جانب المجتمع العلمي».

من الأمثلة التي يستشهد بها بيرنز هي البت في مشكلة فنية، بمجرد حلها أدّت إلى ما يُعد الآن عماد تقنية الألواح الشمسية. وقد شهدت سنوات منتصف التسعينات استثمار الملايين من الدولارات في البحوث في مجال ألواح الطاقة الشمسية التي تستخدم المحاليل المائية لتحويل الفوتونات إلى طاقة. ورغم أن هذه التقنية كانت واعدة في البداية، فإنها تراجعت بحلول عام 2008، عندما تفوقت عليها تقنية الألواح الشمسية في الحالة الصلبة لكونها أكثر استقرارًا وفعالية. ربما كان بوسع مشروع «الاستبصار والفهم من العرض العلمي» التنبؤ بزوال الألواح المائية، حسب النتائج التي قدمها بيرنز وفريقه في أواخر مايو الماضي في قمة SunShot للتحديات الكبيرة، التي نظمتها إدارة الطاقة الأمريكية في أنهايم، كاليفورنيا.

من الجدير بالذكر أن تحليل المؤلفات العلمية (Scientometrics) مجال معروف منذ عشرات السنين. فقد استخدمت منظمات معينة ـ مثل «طومسون رويترز»، وهي شركة معلومات مقرها الرئيس في نيويورك ـ هذه التحليلات منذ فترة طويلة؛ لتحديد الأوراق العلمية أو الباحثين الأكثر تأثيرًا في مجال بعينه. يأخذ مشروع «الاستبصار والفهم من العرض العلمي» هذا الأسلوب لأبعد من ذلك بالتنقيب في ملايين الأوراق العلمية وبراءات الاختراع باللغتين الإنجليزية والصينية، وهما من أكثر اللغات استخدامًا في الكتابة العلمية، حسب قول مورديك.

تقول أولجا بابكو- مالايا، مهندسة الأبحاث في BAE Systems في وينشستر، ماساتشوستس، التي تترأس فريقًا آخر من «الاستبصار والفهم من العرض العلمي»: «يمكن للتحليل والمؤشرات التنبؤ بما إذا كان مجال ناشئ ما سيصبح بارزًا، أم أنه مجرد مصدر للإثارة، ما يلبث أن يموت سريعًا».

يستخدم هذا الفريق خوارزميات برمجية لتحليل ‹المشاعر› في اللغة الطبيعية المستخدمة لكتابة الأوراق العلمية. فعلى سبيل المثال.. قد يذكر المؤلفون أن عملهم يُبنى على ـ أو يتناقض مع ـ ورقة علمية مستشهَد بها في المقال، أو يستخدمون لغة وصفية تعرب عن الحماس. وجد الباحثون أيضًا أن الموضوعات الواعدة تنحت المصطلحات الخاصة بها وتأخذ في استخدام مزيد من الاختصارات. «الاختصارات تعني القبول من قِبَل المجتمع العلمي، وتنبئ عن تقنيات أكثر نضجًا»، حسبما تقول بابكو- مالايا.

كما أن التغيرات في المجموعات المتعاونة في مجالٍ ما مع مرور الوقت يمكن أيضًا أن تكون لها قيمة تنبؤية. يعكف لانس رامشو الباحث بمشروع «الاستبصار والفهم من العرض العلمي» في شركة Raytheon BBN Technologies في كمبريدج، ماساتشوستس، مع فريقه على تحليل الشبكات التي تنشأ بين المواضيع، والكلمات الرئيسية، والمؤلفين. يقول رامشو إن موضوعًا جديدًا قد يكون على وشك النشوء عندما يبدأ باحثون بارزون في الإسهام في مجموعة من الأوراق العلمية التي تتقاسم سمات مشتركة، أو عندما تحدث تحولات في التحالفات بين الجهات المتعاونة في مجال البحوث.

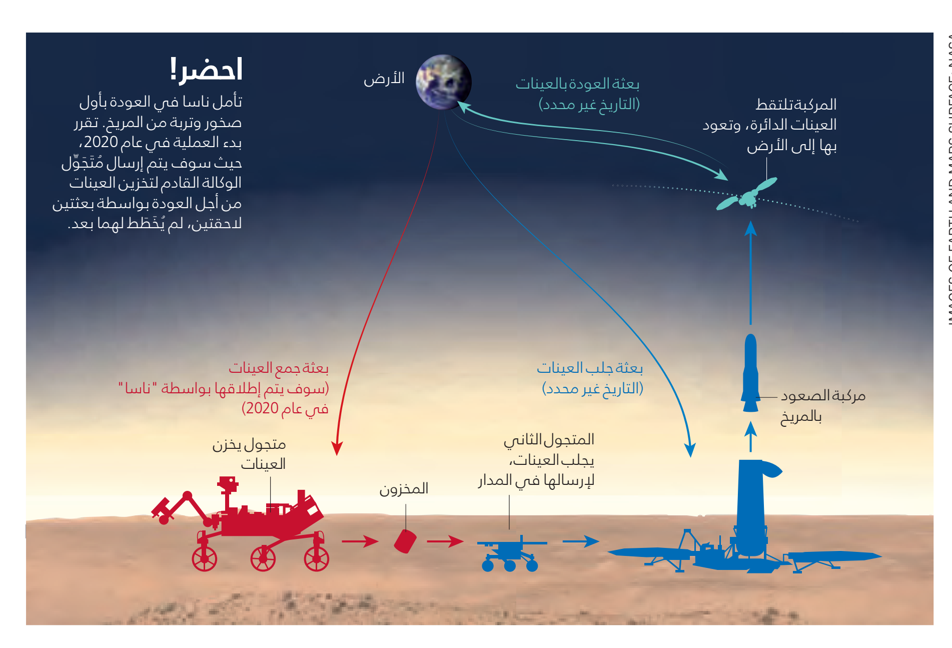
يوافق آلان بورتر ـ المتخصص في مجال تقنية التنبؤ في معهد جورجيا للتقنية في أتلانتا ـ على أن التنبؤات بأثر رجعي ـ كما في حالة الألواح الشمسية على سبيل المثال ـ تكون مفيدة في نمذجة ما الذي كانت تقوم به الشركات وفي تتبُّع تاريخ المنتج. المهمة الأكثر صعوبة، كما يقول بورتر، ستكون في استخدام مثل هذه الشبكات لتحديد «المساحات البيضاء»، أي المناطق الواقعة بين التجمعات التقنية التي أصبحت ناضجة لإجراء بحوث جديدة.

من الناحية المثالية، سوف يُظهر التحليل أنماطًا أو نقاطًا للترجيح، تكون عاملًا مشتركًا بين قصص النجاح المختلفة. وقد تسمح هذه الأنماط ـ في نهاية المطاف ـ للمشروع بالتنبؤ بالموعد المحتمل لإطلاق منتج جديد، أو بتحديد ما إذا كان هناك عقار جديد سيتم اعتماده من قِبَل الجهات المنظمة، حسب شرح بابكو- مالايا.

ورغم أن البرمجيات تسعى للحاق بالركب، يبقى المحلل البشري أفضل المتنبِّئين، حسب قول مورديك، الذي يضيف قائلًا: «يمكنك أن تطلب أي شيء تريده من الخبراء».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وضِمْن مشروع آخر بعنوان «التنبؤ بالعلوم والتقنية»، تمول هيئة أنشطة بحوث الاستخبارات المتقدمة مشروع للتعهيد الجماعي عبر الإنترنت ـ تديره الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم وجامعة جورج ميسن ـ يُعرف باسم SciCast، ويهدف إلى التشاور مع عشرة آلاف عالِم؛ للمساعدة في تطوير أساليب للتوصل إلى توقعات دقيقة. يعلق مورديك على ذلك بقوله: «رأيي الشخصي هو أن توليفة من الإنسان والآلة هي التي ستحقق القيمة الأكثر فائدةً في نهاية المطاف». ■



IMAGES OF EARTH AND MARS SURFACE: NASA

علم الكواكب

«ناسا» تخطِّط لمُتَجَوِّل يعود بعَيِّنات من المريخ

الوكالة تُضَيِّق قائمة مواقع الهبوط لبعثة 2020.

أليكساندرا فيتزا

إن مُتَجَوِّل «كيوريوسيتي» Curiosity التابع لوكالة «ناسا» لا يزال في مقتبل عمره، مستكشفًا صخور كوكب المريخ، وتربته وهواءه، لَكِنّ الوكالة تخطط بالفعل لخليفته. وفي هذه المرة، نجد الرهانات العلمية أعلى.

في 14 مايو الماضي، اجتمع علماء جيولوجيا الكواكب في فندق بالقرب من أرلينتون، فيرجينيا، ليبدأوا تحديد أين قد تُرسل «ناسا» مُتَجَوِّلها القادم على المريخ، المقرَّر إطلاقه عام 2020. الخطة هي بناء آلة مماثلة لـ«كيوريوسيتي» تقريبًا، وتزويدها بمعدات جديدة لفحص سطح المريخ.

بالرغم من أن «ناسا» لم تنته من التفاصيل بعد، لكن من المؤكد تقريبًا أن المُتَجَوِّل القادم ستكون له وظيفة مهمة للغاية وغير مسبوقة، هي: جمع وتخزين صخور وتربة حتى تأتي بها مرْكَبة فضائية إلى الأرض فيما بعد. وسوف تكون تلك أول عينات قادمة من المريخ على الإطلاق.

يقول فيليب كريستينسن، عالم الكواكب بجامعة ولاية أريزونا في تمب: «العشرون سنة القادمة من استكشاف المريخ تتوقف على المكان الذي سوف يذهب إليه هذا المُتَجَوِّل. وهذا بالتأكيد سيجعلنا نتوصل إلى معلومات أساسية عن التاريخ الأوسع للمريخ».

ناقشت ورشة عمل «ناسا» في الأسبوع الثالث من مايو الماضي مواقع الهبوط المحتملة. الكثير منها يبدو مألوفًا، وكان على القائمة الطويلة للمواقع المرشحة لهبوط «كيوريوسيتي» في 2012. وتشمل تلك المواقع «مورث فاليس» Mawrth Vallis، وهو وادٍ قديم تنتشر فيه معادن تكوَّنت في الماء، مما سيساعد في تحقيق الهدف الأساسي للمُتَجَوِّل، وهو إيجاد واستكشاف بيئات كانت مناسبة للحياة يومًا ما. وكذلك تدرس وكالة الفضاء الأوروبية موقع مُتَجَوِّلها «إكسومارس» ExoMars، الذي سوف يتم إطلاقه في عام 2018 (انظر: *Nature* **508**, 19-20; 2014).

تشمل الاحتمالات الأخرى لعام 2020 عدة بحيرات قديمة – وجافة حاليًا – ومناطق دلتا، حيث جمعت المياه المتدفقة سابقًا الرواسب. هذه المناطق ـ ومن ضمنها «إيبرسلاند كريتر» Eberswalde Crater ـ كانت بين أهم المواقع المرشحة لبعثة «كيوريوسيتي». لقد تم استبدالها بـ«جيل كريتر»، حيث يرتحل المُتَجَوِّل الآن بمشقة متجهًا إلى جبل ارتفاعه 5 كيلومترات من الرواسب. لم يكشف «كيوريوسيتي» بعد عن كميات مركزة من المواد العضوية، لكن من المحتمل أن تعطي الرواسب النهرية الغنية في «إيبرسلاند» هذه المكافأة، كما يقول روس إروين الجيولوجي بمعهد سميشونيان بواشنطن العاصمة.

سيُكَلَّف مُتَجَوِّل 2020 أيضًا بمهمة حرجة إضافية، وهي جمع العينات. لقد تكلم العلماء على مدار عقود عن حصولهم على صخور مريخيّة للبحث عن علامات لحياة سابقة. لقد درسوا النيازك التي تكونت على المريخ، لكن لم تتمكن أي وكالة فضاء حتى الآن من جلب عينات مباشرةً، ويرجع ذلك إلى التكلفة من جانب، وإلى الأعطال الفنية من جانب آخر (انظر: *Nature* **479**, 275-276; 2011).

تشمل خطة «ناسا» للعودة بعينات من المريخ سلسلة من البعثات على مدى أعوام عديدة (أنظر «احضر!»). ستحتاج الخطوة الأولى لمُتَجَوِّل لجمع وتخزين حوالي 30 أسطوانة ضيقة من الصخور والتربة، إما على المتن أو على سطح الكوكب. في الخطوة الثانية، سيطير صاروخ بدون طيار إلى المريخ؛ لإسقاط مُتَجَوِّل آخر لجلب العينات وإطلاقهم في المدار. الخطوة الثالثة ستكون التقاط تلك الحزمة الدائرة والعودة بها إلى الأرض.

إن القدرة على النظر إلى كتلة صخرية من موقع محدد وفَهْم حالتها ستكون خطوة حاسمة للأمام، حسب قول جون ماستارد، عالِم جيولوجيا الكواكب بجامعة براون في بروفيدنس، رود آيلاند. «إذا تمت العودة بالعينات؛ فسوف يكون العلم الناتج عن ذلك بمقدار ما حدث عند عودة عينات أبوللو من القمر. إن العِلْم يغير كل شيء».

بعض العلماء يأملون أن يزور مُتَجَوِّل 2020 مواقع جديدة، بينما يريد آخرون العودة لمواقع استُكْشِفَت بواسطة مُتَجَوِّلات سابقة، مثل «كيوريوسيتي» أو «سبيريت» Spirit. كلا النهجين له فوائد، حسب قول دون سمنر، عالمة الجيولوجيا بجامعة كاليفورنيا، ديفيس. وتضيف: «مع موقع جديد هناك المزيد من المجهول، لكن هذا يعني أنه من المحتمل أن نعلم المزيد عن تنوع المريخ ككوكب».

يتوقف الكثير على المعدات التي سيحملها المُتَجَوِّل. قدَّم ثمانية وخمسون فريقًا اقتراحاتهم؛ وفي يوليو الحالي أو بعد ذلك، ستختار «ناسا» مجموعة من التصميمات. تتضمن أدوات «كيوريوسيتي» أداة تم وضعها في 5 مايو الماضي للحفر في صخرة من الحجر الرملي تُسَمَى «ويندجانا» Windjana. لقد قام المُتَجَوِّل بالفعل بالحفر في موقعين آخرين، مما أسفر عن دلائل وجود قاع بحيرة قديمة يومًا ما في «جيل كريتر» Gale Crater.

إن وجهة مُتَجَوِّل 2020 لن تتقيد بالعلم فقط. فعلى المهندسين التمكن من المناورة والعودة بالمركبة إلى الأرض بأمان. ومن الممكن أن يستخدموا بديلًا لـ«شاحنة الرفع السماوي» Sky crane الأصلية الخاصة بـ«كيوريوسيتي»، التي وجهت أجهزة الدفع فيها المُتَجَوِّل إلى موقع محدد.

كانت ورشة عمل الأسبوع الثالث من مايو الماضي هي الخطوة الأولى لتقليص قائمة مواقع الهبوط، لكن القرار النهائي من الممكن ألا يُتَّخَذ حتى عام 2019. يقول ماثيو جولومبيك، عالِم جيولوجيا الكواكب بمختبر الدفع النفاث في باسادينا، كاليفورنيا، الذي يقود عملية اختيار الموقع. «سيكون وقتًا مثيرًا وممتعًا للغاية. الشيء الأهم في هذه المَرْكَبَة ليس العلم بصخور المريخ، بقدر العلم بما إذا كانت تلك الصخور تحتوي بداخلها على ما نريد العودة به إلى الأرض، أم لا». ■

تطوير الدواء

العـلاج بميكروبـات الجسـم البشـري يجـذب اهتمـام الأسـواق

موجة من الاستثمارات تقترح الحصول على الدواء من البكتيريا التي تسكن الجسم، وبعضها في طريقه إلى المعامل.

سارا ريردون

يعجُّ الجسم البشري بكائنات دقيقة، تُقَدَّر أعدادها بالتريليونات، فهو مسرح للميكروبات جذب نحو 500 مليون دولار أمريكي من أموال الإنفاق البحثي منذ 2008. ورغم ذلك، وباستثناء بعض الحالات، كاستخدام زرعات من الميكروبات الموجودة بالبراز لعلاج بعض الأمراض الخطيرة التي تهدد حياة الانسان مثل التهابات الأمعاء، فإن الأبحاث التي أُجريت على الميكروبات التي تسكن الجسم البشري لم تنتج إلا القليل من العلاجات.

وهذه الحقيقة مرشحة للتغير، حيث تراقب كبرى شركات الأدوية الإمكانية الطبية للتلاعب بالتفاعلات التي تتم بين الجسم البشري والبكتيريا التي تعيش داخله، أو عليه.

في الثاني من شهر مايو الماضي، أعلنت شركة فايزر العملاقة عن خطط للمشاركة مع مؤسسة التكنولوجيا الحيوية سكند جينوم Second Genome بجنوب سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا، وذلك لدراسة الميكروبات البشرية لما يقرب من 900 شخص؛ منهم هؤلاء الذين يعانون من اضطرابات أيضية ومجموعة للمقارنة. تقول باربرا سوسنوسكي، نائب رئيس الأبحاث الخارجية والتطوير بفايزر في نيويورك: «نستخدم ذلك كقطعة واحدة من لغز للتمكن من فهم ودراسة كل ميكروب». وقبل ذلك بيوم واحد، كشفت شركة إنتروم Enterome في باريس النقاب عن أنها جمعت ما يقرب من 10 مليون يورو (13.8 مليون دولار) كرأس مال مُخاطِر لتطوير اختبارات تُوظف تركيبة بكتيريا الأمعاء لتشخيص بعض الأمراض الالتهابية والكبدية.

يتوقع الخبراء أن تحمل الأشهر القادمة ازديادًا كبيرًا في تلك المشارَكات والاستثمارات، وأن الأدوية والعلاجات الجديدة المعتمدة على الميكروبات التي تسكن الجسم سيتم طرحها بالأسواق خلال بضع سنوات.

أصبحت البروبايوتيكس Probiotics أو بكتيريا الأمعاء النافعة من العلاجات الشائعة حديثًا. كما تظهر الإعلانات التليفزيونية بعض المشاهير يروجون للبن الزبادي المخلوط ببكتيريا البيفيدو *Bifidobacterium*، كما يتوافد المستهلكون على شراء حبوب تحتوي على بكتيريا اللاكتوباسيلاس *Lactobacillus*؛ للقضاء على اضطرابات الأمعاء وأمراض أخرى. وعلى الرغم من ذلك.. يشكك الأطباء والعلماء في فاعلية هذه التدابير، حيث يقول جوزيف موراي، طبيب الجهاز الهضمي بعيادة روتشيستر بولاية مينيسوتا: «ربما تكون البروبايوتيكس آمنة، ولكنها غير فعّالة في علاج الأمراض، أو تخفيف حدة الأعراض».



يدرس الباحثون كيفية تفاعل بكتيريا الأمعاء، مثل بكتيريا *Lactobacillus* (باللون الرمادي)، مع الجسم.

EYE OF SCIENCE/SPL

ومع توصل العلماء إلى فهم كيفية تأثير بكتيريا معينة على الجسم، يعتقد الكثيرون أنهم يستطيعون، وبمنتهى الدقة، تحديد الخليط المناسب من الميكروبات لعلاج الحالات المختلفة. بينما يهدف آخرون إلى تطوير جزيئات تحاكي التفاعل النافع الذي يتم بين البكتيريا والمضيف أو توقف عمل الضار منها. ويوضح جاستين سوننبرج، أخصائي الميكروبيولوجي بجامعة ستانفورد في بالو ألتو بولاية كاليفورنيا قائلًا: «وجود ميكروبات داخل الأمعاء يشبه ـ بلا شك ـ وجود مصنع دواء صغير في الأمعاء».

اكتشفت مجموعة عمل موراي ـ على سبيل المثال ـ أن تغذية الفئران المعدّلة وراثيًّا لتحمِل أجهزة مناعية تشبه الجهاز المناعي البشري، ببكتيريا *Prevotella histicola* يمكن أن يحد من الالتهاب الناتج عن مرضي التصلب المتعدد والتهاب المفاصل الروماتويدي. ويأمل فريقه في تطوير هذا الاكتشاف إلى علاج، بالتعاون مع شركة مايوميكس Miomics المتخصصة في مجال التكنولوجيا الحيوية بنيويورك. وعلى نحو مماثل، تقوم شركة فيدانتا بايوساينسز Vedanta Biosciences ببوسطن بولاية ماساتشوستس، بإجراء التجارب قبل الإكلينيكية لحبوب تحتوي على ميكروبات تحدّ من التهاب الأمعاء (Y. Furuasawa *et al*. *Nature* **504**, 446-450; 2013). وفي شهر يونيو من العام الماضي، أعلنت شركة سكند جينوم عن صفقة عقدتها مع شركة جانسين فارماسوتيكالز Janssen Pharmaceuticals للمستحضرات الدوائية بمدينة بيرز في بلجيكا لدراسة مجموعة الميكروبات التي يحملها المرضى الذين يعانون من التهاب القولون التقرحي، أملًا في اكتشاف أدوية ومستهدفات دوائية جديدة. وعلى الرغم من غموض شركة سكند جينوم فيما يتعلق بتفاصيل منتجها، إلا أن رئيس الشركة، بيتر دايلورا، يقول إن الشركة تأمل في أن تعثر على جزيئات صغيرة ومركبات بيولوجية مثل البروتينات تستطيع تطويع ميكروبات الجسم البشري لتخفيف آثار مرض السكر وبعض أمراض المناعة الذاتية.

في تلك الأثناء، يعمل أحد المستشارين العلميين لشركة سكند جينوم، مايكل فيشباخ، المهندس البيولوجي بجامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو، على تطوير معدات لاكتشاف جزيئات موجودة بالبكتيريا أو تنتجها البكتيريا، ترتبط تلك الجزيئات بمستقبلات الخلايا البشرية، ومن ثم التأثير على الجهازين المناعي أو العصبي. ويقول: «إنها ليست مجرد جزيئات تشبه الجزيئات الدوائية. إنها دواء حقيقي يتم إنتاجه».

إن اختلال التوازن بين البكتيريا النافعة ومثيلتها الضارة داخل الأمعاء يمكن أن يؤثر أيضًا على الصحة، كما في حالات الالتهاب، أو حتى الاكتئاب والتوتر. وقد يكون لدى الباحثين بالفعل ثروة من الأدوية التي تستطيع أن تُحوّر هذا التوازن. وقد تساعد الأدوية والجزيئات الصغيرة ـ التي تم استبعادها بسبب أنها لا تُمتص من الأمعاء ـ على استهداف الميكروبات الموجودة بالأمعاء تحديدًا وعلاجها على حدة كعضو مستقل.

المزيد أونلاين

القصة الرئيسة

● سلسلة جبلية عتيقة في التبت، أقدم من جبال الهيمالايا. go.nature.com/gkohw9

مزيد من الأخبار

● الأبحاث حول الأعضاء التناسلية الذكورية فاقت تلك التي تتناول الأعضاء التناسلية الأنثوية. go.nature.com/brfcmv

● إرث منصة ديب ووتر هورايزن من الميثان. go.nature.com/jugbnl

● أوردة تحاكي الأوردة الطبيعية تعمل على إيصال سوائل ذاتية الاندمال. go.nature.com/vscac8

بودكاست

nature podcast

الفئران الذكرية التي لم تمر بأي تجارب جنسية تكون أكثر غلظة من نظائرها في التعامل مع الصغار/ التحيّز الجنسي يصيب أبحاث الحيوانات. go.nature.com/podcast

FRANK WALDECKER/LOOK DIE BILDAGENTUR DER FOTOGRAFEN/ALAMY

فعلى سبيل المثال.. وجد فريق سوننبرج أن مركب حمض السياليك يتراكم داخل الأمعاء، ويساعد البكتيريا الضارة على السيطرة على الأمعاء عندما تقتل المضادات الحيوية البكتيريا النافعة. ويدرس الباحثون حاليًا إمكانية الاستعاضة عن حمض السياليك وعلاج الفئران بمركبات شبيهة؛ لمنع حدوث هذا التحوّل الضار (K. M. Ng *et al*. *Nature* **502**, 96-99; 2013).

تقوم حاليًا شركة ميكروبيوم ثيرابيوتيكس Microbiome Therapeutics، المتخصصة في مجال التكنولوجيا الحيوية في برومفيلد بولاية كولورادو، بإجراء تجارب إكلينيكية على جزيئين صغيرين يعملان على بكتيريا الأمعاء النافعة لمساعدة مرضى السكر على امتصاص الإنسولين بشكل أسهل. وقد حدد الرئيس التنفيذي، ستيفين أورندورف، شهر يونيو الماضي لعرض الشركة لنتائجها الأولية لتلك التجارب في مؤتمر جمعية الغدد الصماء Endocrine Society في شيكاغو بولاية إيلينوي.

بينما تعمل شركات أخرى على تحويل ميكروبات الجسم البشري كأداة تشخيص. فقد أقامت شركة إنتروم قاعدة من التسلسلات الجينية التي تكتشف التغيرات في الميكروبات الموجودة في البراز مما ينبئ عن بدء الأعراض المصاحبة لبعض الأمراض مثل داء التهاب الأمعاء، على سبيل المثال. تتبعت الشركة تطور المرض في 100 مريض في محاولة لتجنب استخدام مناظير القولون، بيد أن إدخال علاجات مستوحاة من ميكروبات الجسم البشري إلى السوق أمر تواجهه الكثير من التحديات. فالجزيئات الصغيرة مثل تلك التي طورتها شركة ميكروبيوم قد تتمكن من المرور بالمراحل الرقابية الطبيعية على الأدوية، إلا أنه ربما تكون هناك مجموعة مختلفة أو جديدة من العقبات الرقابية، خاصة بالبكتيريا المعدلة وراثيًّا، مثل تلك البكتيريا التي توصل المواد المضادة للالتهاب إلى الأمعاء التي تعمل على تطويرها شركة أكتوجينيكس ActoGeniX في مدينة جينت ببلجيكا، وشركة فيذيرا فارماسوتيكالز ViThera Pharmaceuticals في مدينة كمبريدج بولاية ماساتشوستس. كما أن هناك إشكاليات أخرى تتعلق بحقوق الملكية الفكرية للشركات عن البكتيريا الطبيعية غير المعدلة، مما قد يعقد وصول المنتج إلى السوق.

«ميكروب الجسم البشري هو مصنع دواء صغير داخل أمعائك».

يقول بيرنات أولي مدير العمليات لشركة فيدانتا Vedanta إنه على الرغم من أن الشركات الصغيرة حديثة العهد قد تتسم بالمرونة في التعامل مع هذه الإشكاليات، إلا أن الشركات الدوائية العملاقة قد تساعدهم في جوانب التمويل والتوجيه فقط. ففي عام 2013 ـ على سبيل المثال ـ عقدت شركة فيدانتا صفقة مع شركة «جونسون آند جونسون»، في مقاطعة نيو برونزويك في نيو جيرسي؛ للعمل على تطوير علاجات محتملة لعلاج داء التهاب الأمعاء وأمراض مناعية ذاتية.

يقول بيير بيليتشارد، الرئيس التنفيذي لشركة إنتروم، إن هذا الاستثمار كان متوقعًا منذ زمن بعيد، حيث تتجه شركات كثيرة حاليًا إلى أبحاث ميكروبات الجسم البشري. ولطالما تساءل الأطباء عن سبب قلة ضخ الأموال في هذا العالم العلمي الجديد المشوق. واستطرد قائلًا: «كان ذلك السؤال جيدًا، حتى بداية هذا العام». وأضاف: «إن جميع المستثمرين يرغبون الآن في امتلاك شركة تعمل في مجال ميكروبات الجسم البشري ضمن مجموعة استثماراتهم». ■

علم الجينوم

لغـز جينـوم الهُـلَام

يكشف نشر مسودة التتابع الجيني لكائن من شعبة المشطيات الهلامية عن جهاز عصبي لا مثيل له.

إوين كالاواي



تبدو شعبة المشطيات الهلامية ctenophores وكأنها كرات ديسكو صغيرة تدفع نفسها عبر أنحاء المحيطات باستخدام شعيرات متخصصة، وتَلُفّ لوامسها اللزجة حول الفرائس الصغيرة. «إنها كائنات غريبة جاءت إلى الأرض» كما يقول ليونيد موروز، عالم الأعصاب بجامعة ولاية فلوريدا في سانت أوجستين.

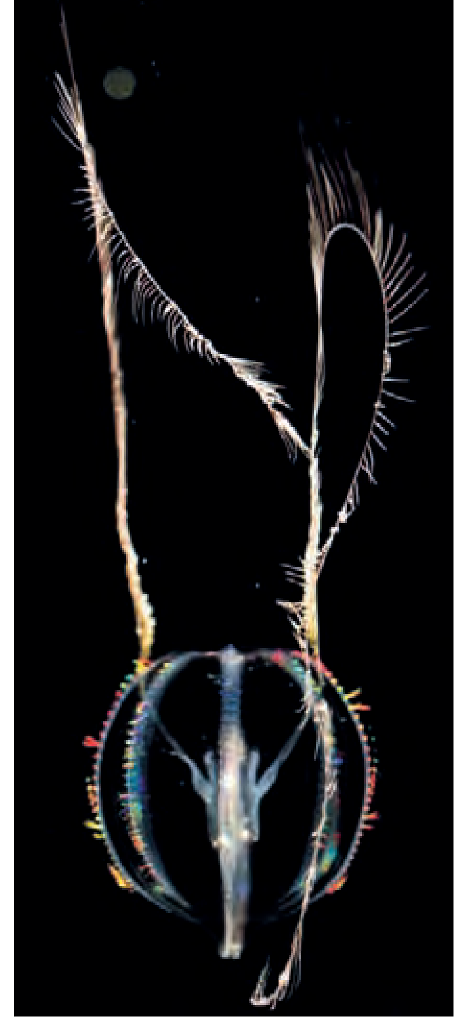
يضيف جينوم عنب الثعلب البحري *Pleurobrachia bachei* في المحيط الهادئ، الذي نشر موروز وفريقه تقريرهم عنه على الإنترنت في 22 مايو الماضي في دورية «*Nature*»، المزيد من الأسرار إلى لغز المشطيات الهلامية (L. L. Moroz *et al*. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature13400; 2014). إذ يخلو التتالي الجيني من فئات كاملة من الجينات الموجودة في جميع الحيوانات الأخرى، بما في ذلك الجينات المسؤولة عادة عن المناعة والنمو والوظيفة العصبية. ولهذا السبب.. يؤكد الباحثون أن المشطيات الهلامية طوَّرت جهازَها العصبي بشكل مستقل.

حيَّرت المشطيات الهلامية خبراء التصنيف طويلًا، حيث أكسبها تشابهها مع قناديل البحر موقعًا على شجرة الحياة كمجموعة شقيقة للجوفمعويات cnidarians (الشعبة التي تتضمن قنديل البحر). وبناءً على جهازها العصبي - الذي يستشعر الضوء ويدرك الفريسة ويحرك أهدابه - فإن باحثين كثيرين يجعلونها تتفرع من سلف مشترك مع الحيوانات الأخرى بعد الإسفنج والكتل المفلطحة للكائنات متعددة الخلايا المعروفة باسم الحيوانات الصفيحية placozoans، التي ليس لأي منها جهاز عصبي. والآن، يؤكد بعض العلماء أنها النماذج الحية الأقرب للحيوانات الأولية، متسلِّحين بالبيانات التي تُظهر أن المشطيات الهلامية تفتقر إلى عديد من الجينات المشتركة.

يقول فريق موروز إن جينوم عنب الثعلب البحري ـ جنبًا إلى جنب مع بيانات التعبير عن الجينات من المشطيات الهلامية الأخرى ـ يدعم هذه النظرية. فعلى سبيل المثال.. الحمض النووي الريبي ذو السلسلة القصيرة من النيوكليوتيدات، الذي ينظم التعبير الجيني في الحيوانات الأخرى، مفقود تمامًا من جينوم عنب الثعلب البحري.

والمفاجأة الأكبر، حسب موروز، كانت غياب العديد من المكونات القياسية من الجهاز العصبي، إذ تستخدم تقريبا جميع الأجهزة العصبية المعروفة العشرة نواقل العصبية الأولية نفسها؛ ويبدو أن عنب الثعلب البحري من المحيط الهادئ يوظف واحدًا أو اثنين فقط. ويفترض موروز أن هذا الكائن يكمل وظائف الجهاز العصبي باستخدام جزيئات لم يعثر عليها الباحثون بعد في هذه الأنواع، مثل الهرمونات البروتينية المتخصصة.

وقد قاد تفرُّد الجهاز العصبي في المشطيات الهلامية هذه موروز وفريقه إلى القول إنه لا بد أنها قد تطورت بشكل مستقل، بعد أن تشعبت سلالة المشطيات الهلامية من الحيوانات الأخرى قبل نحو 500 مليون سنة. فيقول موروز: «يعتقد الجميع أنه لا يمكن نشوء مثل هذا النوع من التعقيد مرتين، لكن هذا الكائن يبين إمكانية حدوث ذلك».



LEONID L. MOROZ/MATHEW CITARELLA

يفتقر عنب الثعلب البحري للعديد من الجينات المشتركة

أما جيرت فيرهايت ـ وهو عالِم جيوبيولوجيا تطورية من جامعة لودفيغ ماكسيميليان في ميونيخ بألمانيا ـ فهو مفتون بالنظرية القائلة إن الجهاز العصبي تطوَّر مرتين في فروع حيوانية مختلفة، ولكنه يتشكك في أن المشطيات الهلامية قد تمثل أقرب نسب انشق من سلف مشترك للحيوانات الأولية.

لا يشبه الجد المشترك لجميع الحيوانات أي شيء مثل المشطيات الهلامية، والجهاز العصبي لعنب الثعلب البحري قد يكون تكيُّفًا أكثر حداثة، كما يقول. ويضيف: «لا أعتقد أنه قد نُطِقَ بعد بالكلمة الأخيرة حول موقع المشطيات الهلامية». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيانات الواردة من مجموعة لاقطات الكيلومتر المربع للتليسكوبات الراديوية ستتطلب موارد حوسبة ضخمة.

SKA ORGANISATION

التكنولوجيا

الحوسبة السحابيّة تجتذب العلماء

التكلفة والمرونة تغريان العلماء في ظل نمو مجموعات البيانات.

ناديا دريك

في وقت ما خلال العقد القادم، سوف تفتح مجموعة الكيلومتر المربع (SKA) عيونها المُركَّبة، وهي حوالي 2000 من الأطباق اللاقطة الراديوية، مقسَّمة بين مواقع بجنوب أفريقيا وأخرى بأستراليا. سيبدأ التليسكوب الراديوي بالتحديق في الثقوب السوداء الفائقة، باحثًا عن أصل المجالات المغناطيسية الكونية، وطالبًا أدلّة حول الكون المبكر.

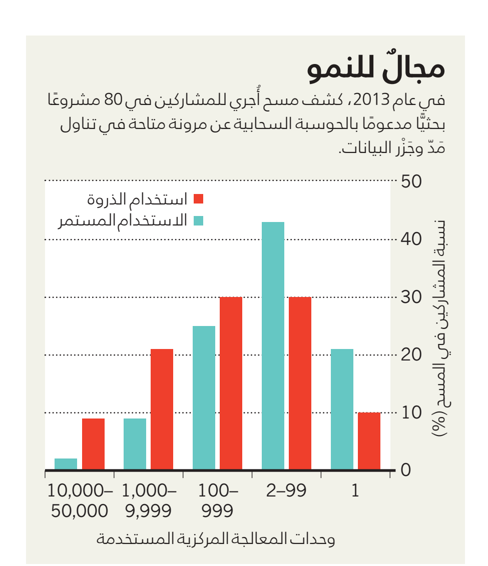
في الوقت نفسه، يجتهد مهندسو التليسكوب في التخطيط لمعالجة طوفان البيانات الوشيك. والفوتونات التي ستتدفق إلى مجموعة لاقطات التليسكوب يُتوقع أن تنتج إكسابايت (10^{18} بايت) من البيانات يوميًّا، وهو تقريبًا مقدار البيانات التي تداولتها شبكة الإنترنت بالكامل في عام 2000. وتكاليف الكهرباء لعتاد الحوسبة بالموقع ـ الكبير بما يكفي لمعالجة تلك البيانات ـ قد تبلغ ملايين الدولارات سنويًّا. لذا.. يبحث المهندسون بشكل متزايد خيارًا يزداد شيوعًا بين الباحثين الذين يصارعون بيانات ضخمة: أن يعهدوا بحوسبتهم إلى سحابة.

يقول المهندس المعماري لمجموعة الكيلومتر المربع للتليسكوب الراديوي، تيم كورنويل، من مرصد جودريل بانك قرب مانشستر في المملكة المتحدة: «لم ينشئ أحد شيئًا بهذه الضخامة من قبل. ونحن لا نحيط حقًّا ببواطن وظواهر تشغيله». ويتابع كورنويل بقوله إن المنظومات السحابية ـ التي توفر بحسب الطلب الوصول «المرِن» إلى موارد حوسبة تشاركية بعيدة ـ من شأنها توفير قدر من المرونة للمشروع، لا يحققه ربما شراء عتاد مخصَّص له.

يمكن أن تفيد مثل هذه المرونة أيضًا مشروعات تشمل تحليل بيانات موازيًا واسع النطاق، مثل معالجة ورَصّ مليارات من أزواج قواعد الحمض النووي، أو تمشيط مئات الصور لتحدد حُمُرًا وحشية معينة من أنماط خطوطها، بل هي أيضًا هبة للعلماء الذين تتطلب أعمالهم دفعات من قوة الحوسبة، بدلًا من الاستخدام المستدام لها، مثل النظر في البيانات الزلزالية عقب وقوع زلزال.

يقول ديفيد ليفكا، مدير مركز جامعة كورنيل للحوسبة المتقدمة في إيثاكا بنيويورك، الذي يدير خدمة منصة حوسبة تسمى «رِد كلاود»، أو السحابة الحمراء: «في بقية السنة، عندما لا تحدث زلازل، سيدفعون فقط تكلفة التخزين».

واقتصاديات الحوسبة السحابية قد تكون معقدة. فقد خفَّضت حرب الأسعار الجارية بين كبار مقدمي هذه الخدمة ـ مثل جوجل، وميكروسوفت، وخدمات أمازون الشبكية ـ التكاليف الإجمالية، إلا أنه في حالات عديدة يظل إرسال البيانات إلى السحابة، أو استرجاعها، أكثر تكلفة بكثير من تخزينها. فخدمة حوسبة أمازون المرنة S3 تتقاضى رسوم خدمة من عملائها بالولايات المتحدة تبلغ 0.12 دولار لكل جيجابايت لدى نقلها من خوادمها الحاسوبية، ولكنها لا تتقاضى أكثر من 0.03 دولار شهريًّا لتخزين كمية البيانات نفسها.



مجالٌ للنمو

في عام 2013، كشف مسح أُجري للمشاركين في 80 مشروعًا بحثيًّا مدعومًا بالحوسبة السحابية عن مرونة متاحة في تناول مدّ وجَزْر البيانات.

SOURCE: XSEDE CLOUD SURVEY

يأتي هذا بمثابة مفاجأة لكثير من الباحثين، حسب مسح أجرته في 2013 مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية، شمل 80 مشروعًا علميًّا تعتمد على الحوسبة السحابية (انظر: «مجالٌ للنمو»). يقول دانيال بيري، مدير المنتج والتسويق في «جانيت»، وهي مجموعة بريطانية خاصة قرب أكسفورد تمولها الحكومة وتعمل على ربط المرافق التعليمية البريطانية بمركزٍ لمشارَكة البيانات: «بعض آليات حساب تكاليف خدمات السحابة مبهمة حقيقةً. وما لم تعلموا ما تفعلونه، فقد تجدون أن مِنْحَتكم نفدت في غضون ثلاثة أشهر».

وإذا وضعنا التكاليف جانبًا، يُحتمل ألا تناسب السحابة أبدًا بعض المشروعات الحاسوبية، مثل شبكات «التعلم العميق» الساعية لمحاكاة (كيف يتعلّم الدماغ البشري). يقول آدم كوتس ـ عالِم الحاسوب بجامعة ستانفورد بكاليفورنيا، الضالع في هذا العمل ـ إن هذه النظم قد تتطلب نقل المعلومات سريعًا بين مليارات الوصلات، وهو شيء غير ممكن مع السحابة. وبدلًا من ذلك.. يعتمد كوتس على عنقود حوسبة مخصص في الموقع، ويقول: «الحصول على ذلك الاتصال فائق السرعة هو مفتاح العمل.» ويضيف: «نريد كميات هائلة من الحساب، لكننا لا نكترث حقيقةً بالمرونة».

يقول كن بِرمَن ـ عالم الحاسوب بجامعة كورنيل ـ إن موثوقية السحابة أيضًا موضع اهتمام، و«لا يُعرَف عنها كونها آمنة، ولا كونها موثوقة للغاية»، إلا أنه لا يتطلب من كل الباحثين تشفيرًا مُحْكمًا للبيانات، أو حسابات فائقة السرعة قابلة للاستنساخ.

وعلى سبيل المثال.. أجرى «سيرن» CERN، مختبر أوروبا لفيزياء الجسيمات قرب جنيف بسويسرا، تجميعًا لسحابة حاسوبية محلية في المختبر؛ لمعالجة البيانات التي يولِّدها مصادم الهادرون الكبير. يقول تيم بيل، مدير بنية سيرن التحتية وخدمات التشغيل: «بيانات سيرن متاحة للعامة، ولذا.. ليس لدينا مخاوف أمنية». وعوضًا عن ذلك.. ركَّز سيرن على توفير منصة حوسبة كفء للفيزيائيين. يقول بيل: «في الماضي، عندما كانوا يطلبون عتادًا وتجهيزات، كانوا ينتظرون أسابيع. والآن يمكنهم أن يطلبوا آلة افتراضية حالما يتناولون فنجانًا من القهوة».

وقد دخلت الجامعات أيضًا مجال الحوسبة السحابية. ففي جامعة كورنيل، يكلف الاشتراك في «رِد كلاود» 400 دولار مقابل 8585 ساعة معالجة، ويكلّف 640 دولارًا للعلماء خارج الحرم الجامعي. تروق مثل هذه الخدمات بالحرم الجامعي كثيرًا لباحثين ليسوا على استعداد لتقبُّل خدمة مقدمي الخدمات التجارية بطريقة «افعلها بنفسك»، التي غالبًا ما تتطلب خبرة في البرمجة والاختبار والتصحيح. وعلى النقيض.. يُوجَد المتخصصون في سحابة كورنيل بالموقع؛ لمساعدة الباحثين في استخدام «رِد كلاود». يقول ليفكا: «الشيء الذي لا يمكن الحصول عليه من السحابات التجارية هو الإمساك بيدك وإرشادك».

في الوقت نفسه، أقامت شركات ـ مثل ميكروسوفت ـ تدريبًا لاستخدام السحابة خصيصًا للأكاديميين، لمعالجة قضايا مثل مشاركة البيانات وأمنها، والاستنساخ العلمي، وكيفية نظر وكالات التمويل إلى السحابة. يقول دارون جرين، كبير مديري مايكروسوفت لعلاقات الأبحاث: «كثير من محتوى التدريب والتعليم مُوَجَّه إلى جمهور الأعمال. وهذا كان يعني أن التوجه إلى الباحثين أصعب قليلًا. والآن، أدركنا أن هناك طلبًا كامنًا أكثر من ذي قبل في مجتمع الأبحاث». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


SHIQIANG WAN

ستخضع مقاطع من المناطق العشبية في منغوليا لتحليلات تغيير ظروف المناخ في مركز دولون للأبحاث.

الاحترار العالمي

النمـاذج الأرضيـة تخضـع لاختبـار المنـاخ

تهدف دراسة يتم تنفيذها حاليًا في السهوب المنغولية إلى تحسين معرفتنا بتأثير الاحترار العالمي على الغطاء النباتي.

جين تشيو

يتذكر شيتشيانج وان أوّل تجربة له في مواجهة عاصفة رملية قبل أكثر من عقدٍ من الزمن في المناطق الداخلية في منغوليا، قائلًا: «كان الأمر أشبه برمال تنصبّ عليّ من وعاء هائل مليء بالغبار. لم أستطع أن أشاهد شيئًا حتى على بعد أمتار قليلة مِنّي». لقد تسببت عقود من الرعي الجائر في تحويل المنطقة إلى صحراء.

تنمو المناطق العشبية مرة أخرى الآن، بعد أن تم وضع قيود صارمة على الرعي من قِبَل الصين في عام 2000، لكن وان، مختص علم البيئة من جامعة هينان في كايفنج، يخشى من حدوث تهديد آخر أشد وطأة يتسبب في تآكل الغطاء النباتي في المنطقة وغيرها، هو تغيُّر المناخ. يقول وان إنه إذا ما ذبلت المناطق العشبية على نطاق عالمي «لن يتسبب ذلك فقط في حالات تصحُّر واسعة، ولكن أيضًا سيسرّع الاحترار العالمي عن طريق زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي».

إنّ العلماء يعرفون القليل فقط عن تأثير تغير المناخ على الأنظمة البيئية الأرضية، أو كيفية تأثيرها على مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجو.

يمتلك وان وزملاؤه خطة طموحة لتغطية هذه الفجوة المعلوماتية. ففي مشروع تكلفته 260 ألف دولار قاموا بقطع 54 كتلة من التربة - تزن كل منها 6 أطنان بحجم 2.2 متر و1.5 متر طولًا وعرضًا، و1.2 متر عمقًا - من ثلاثة أنواع من المناطق العشبية في هضاب منغوليا، ويقومون الآن بإنماء هذه القطع في معهد دولون للأبحاث البيئية في المنطقة.

وفي يونيو الماضي بدأ الباحثون في تنفيذ تجربة تستمر لعقد كامل، لاختبار كيفية تأثير الاحترار المصنوع مخبريًّا، والكميات المتغيرة من هطْل المطر على نمو الغطاء النباتي، والمياه، والمغذيات، وتوزيع النباتات. الأهم من ذلك أن الدراسة ستستكشف الآليات الأساسية التي تسبب هذه التأثيرات.

يقول «ألان ناب» ـ باحث بيئي في جامعة ولاية كولورادو في فورت كولينز ـ إن أهمية هذه التجربة «تتجاوز الهضاب المنغولية، لأن المناطق العشبية على امتداد نطاق واسع من درجات الحرارة وهطْل الأمطار يمكن أن تستجيب بطرق متباينة لتغيُّر المناخ، وفي بعض الحالات يكون هذا التباين كبيرًا، ويشبه الاختلاف ما بين المناطق العشبية والغابات».

> **«يمكن أن تستجيب المناطق العشبية على نطاق تدرج واسع من الحرارة والأمطار بشكل مختلف تمامًا لتغير المناخ».**

لا تتمكن النماذج التي تحاكي كيفية استجابة الأنظمة البيئية الأرضية لتغير المناخ ـ وتأثير ذلك على تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو ـ من التقاط هذه التهديدات البيئية، كما قال ناب في اجتماع عُقد في مايو الماضي في بكين. تم تمويل الاجتماع من قبل المؤسسة الأمريكية القومية للعلوم، بهدف تقوية الروابط الثنائية بين مختصِّي النمذجة ومختصِّي التجارب. تفترض النماذج المستخدمة أن نوعًا معينًا من النباتات سيتصرف بالطريقة نفسها، بغض النظر عن المناخ المحلي. ويعلِّق ناب على ذلك قائلًا: «تاريخيًّا يفضل علماء البيئة أن يعملوا في ساحتهم الخلفية، مفترضين أن كل منطقة أخرى مماثلة لمنطقتهم».

ليس هذا فحسب، بل إن الدراسات التي تتم في عدة مواقع مختلفة لا يمكن مقارنتها ببعضها البعض في أغلب الأوقات، لأن الفِرَق البحثية تتصدى لأسئلة مختلفة، وبالتالي تختلف مناهجهم البحثية. لهذا السبب وغيره فإن القليل من البيانات المأخوذة من المئات من تجارب تغيير الظروف التي تنفذ في مختلف أنحاء العالم - وبكلفة تقارب بلايين الدولارات - تم تضمينها في النماذج الدولية، كما يقول ييتشي لو، مختص النمذجة المناخية في جامعة أوكلاهوما في نورمان.

وحتى وقت قريب، كان هناك القليل من التفاعل بين مختصِّي التجارب ومختصِّي النمذجة، كما يقول «جيف ديوكس»، عالِم البيئة بجامعة بوردو في لافاييت الغربية بولاية إنديانا. ويضيف «رتشارد «نوربي»، عالِم البيئة في مختبر أوك ريدج الوطني في تينيسي: «في العادة نطلب المشورة من مختصِّي النمذجة بعد سنوات من بداية تنفيذ التجارب العملية، وبعد ذلك ندرك أن الأشياء التي كان يجب أن نقيسها ليست من ضمن القياسات التي نقوم بها. يمكن أن نحقق تقدمًا أسرع بكثير،إذا ما عمل هذان المجتمعان من الباحثين معًا منذ البداية».

يكمن مفتاح النجاح جزئيًّا في جمع المعلومات المناسبة للنموذج منذ البداية. وستكون دراسة وان من أولى الدراسات التي تقوم بهذا، وهي واحدة من التجارب العملية المتزايدة التي تراقب التغيرات العالمية في المنظومات البيئية الأرضية (انظر: «دراسة الأراضي»)، حيث ستقوم التجربة بقياس نطاق من العوامل التي تحتاجها النماذج، مثل محتوى الكربون في التربة، ومستوى المغذيات، والكتلة الحية للنباتات، وإنتاجيتها، وكذلك المؤشرات الخاصة بالأرصاد الجوية. ويمكن لنتائج هذه الدراسة ـ على سبيل المثال ـ أن تكون الخطوة الأولى في طريق إجراء المقارنات على مستوى تدرج هطْل المطر؛ وبالتالي تحسين النماذج المتعلقة بالأنظمة البيئية الأرضية، كما يقول لو.

ستكون مبادرة وان موضع ترحيب، إذ يقول فيليب ◄

ثاني أكسيد الكربون
الاحترار
هطْل الأمطار
النيتروجين
CW
CP
CN
WP
WN
PN
CWPN
غابات وشجيرات
صحار
مناطق عشبية
مناطق زراعة المحاصيل
دولون
بكين

دراسة الأراضي

تدرس تجارب التغير العالمي في الصين كيفية استجابة الأنظمة البيئية للاحترار، وكميات ثاني أكسيد الكربون في الجو، وهطْل الأمطار، والنيتروجين الإضافي.

SOURCE: SHIQIANG WAN & SHILONG PIAO

كيايه، المتخصص في النمذجة المناخية في المركز الوطني للبحوث العلمية في باريس: «أداء نماذج الأنظمة البيئية الأرضية ضعيف في الوقت الراهن». فتنبؤات النماذج حول إطلاق ثاني أكسيد الكربون من الأنظمة البيئية الأرضية، استجابةً لتركيزات ثاني أكسيد الكربون في الجو، ودرجات الحرارة، والعوامل المناخية الأخرى، تتباين بشكل كبير (V. K. Arora *et al*. *J. Clim*. **26**, 5289-5314; 2013). والنماذج الأرضية هي أضعف حلقة في تنبؤاتنا حول تغير المناخ في المستقبل».

ولمعرفة السبب وراء هذا التباين الكبير بين النماذج، تقوم الوكالة الأمريكية للطاقة بتمويل مشروع يقوده نوربي؛ للمقارنة بين البيانات التجريبية والنماذج الأرضية. يقول نوربي: «في البداية أردنا أن نرى أيّ نماذج تتسق مع البيانات الحقيقية بالشكل الأفضل، لكننا أدركنا سريعًا أن هذا ليس هو التوجه السليم، لأن النماذج قد تمنحنا الإجابات الصحيحة لأسباب خاطئة».

وجد الفريق ـ على سبيل المثال ـ أن معظم النماذج الأرضية تعاني من خلل في افتراضاتها الرئيسة حول كيفية استخدام النباتات للنيتروجين، لكنها قادرة على إعادة إنتاج بعضٍ من التأثيرات التي كثيرًا ما يشاهدها العلماء في تجارب التغير العالمي، لأن الأخطاء المعاكسة تلغي بعضها البعض (S. Zaehle *et al*. *New Phytol*. http://dx.doi.org/10.1111/nph.12679; 2014). يقول نوربي حول ذلك: «هذا يعني أن النماذج لن تكون قوية بالدرجة الكافية للتنبؤ بالمستقبل».

في الاجتماع الذي تمّ في بكين، حدَّد الباحثون نقاط ضعف أخرى، إذ وجدوا أن النماذج ضعيفة في تحديد استجابة توزيع الغطاء النباتي لتغير المناخ، وهو عامل حاسم في التنبؤ بالتغيرات في تخزين الكربون على المدى البعيد. يعود ذلك جزئيًّا إلى أن النماذج تكون مبنيّة على الخصائص الفسيولوجية للنباتات الفردية، ولا تأخذ بعين الاعتبار تنوع النباتات، إلا بشكل ضعيف.

ولتحسين النماذج الأرضية، يخطط الباحثون المشاركون في الاجتماع لإطلاق مبادرة طويلة الأمد؛ لمسح كيفية استجابة الأنظمة البيئية في كافة أنحاء العالم لتغير المناخ، وكذلك لمعايرة التصميمات والمنهجيات التجريبية، بحيث يمكن المقارنة ما بين النتائج.

يدعو علماء البيئة أيضًا إلى موقع تخزين مشترك للبيانات الناتجة عن التجارب العالمية، يمكن الوصول إليه من قِبَل مختصِّي تصميم النماذج، مثل قاعدة البيانات المتاحة حاليًا للمشاهدات المتعلقة بالغلاف الجوي والمحيطات.

يقول «لو» معقبًا: «هناك طريق طويل أمامنا. والمفتاح الرئيس للنجاح هو الربط ما بين مختصِّي التجارب العملية وخبراء النمذجة. وحاليًا تم بناء المراحل الأولى من هذا الجسر». ■

علم الكون

تحدِّي استنتاجات عن الانفجار العظيم

تشير دراسات إلى أن إشارات أمواج الجاذبية كانت أضعف من أنْ تكون ذات مغزى.

رون كووِن

لقد تسرَّع الفلكيون الذين أعلنوا في وقت سابق من هذا العام أن لديهم دليلًا على موجات جاذبية من الكون الأوَّلِي، وفقًا لما تقوله مقالتان تحليليّتان مستقلتان.

ترى نسختان أوليتان من المقالتين، منشورتان في آركايف (arXiv)، أن التحليل الأصلي لم يأخذ في الحسبان ـ على نحو صحيح ـ الآثار المربكة التي ينطوي عليها الغبار المجرّي. ومع أن المزيد من الملاحظات قد يؤكد الاستنتاجات، يقول باحثون مستقلون الآن إنهم ما عادوا يعتقدون أن البيانات الأصلية كوَّنت دليلًا ذا مغزى.

يقول أورُش سلياك، عالِم الكون لدى جامعة كاليفورنيا ببركلي، والمؤلِّف المشارك لواحدة من الدراستين الأخيرتين[1]: «بناءً على ما نعرفه حاليًا، ليس لدينا دليل مؤيِّد أو مناهض لأمواج الجاذبية».

وقد أعلن فلكيون يستعملون التليسكوب الراديوي BICEP2 في القطب الجنوبي في شهر مارس أنهم وجدوا أنماطًا ملتوية خافتة في استقطاب الأشعة الخلفية الكونية، وهي الأشعة المتبقية من الانفجار العظيم. وقالوا إن هذه الأنماط دليل على أمواج جاذبية من الكون الأوَّلِي - تموُّجات في نسيج الزمان والمكان، تولَّدت في لحظات الكون الأولي. استُقبلت

المزيد أونلاين

أهم الأخبار

● الدراسات الوراثية-البصرية تقدم دليلًا واضحًا على نماذج الذاكرة go.nature.com/zspprs

أخبار أخرى

● سجلات النشر العلمي تحدِّد مَنْ سيصبح باحثًا رئيسًا go.nature.com/ledkav

● النباتات المتعرِّشة تحمي الأشجار من البرق go.nature.com/rchaaz

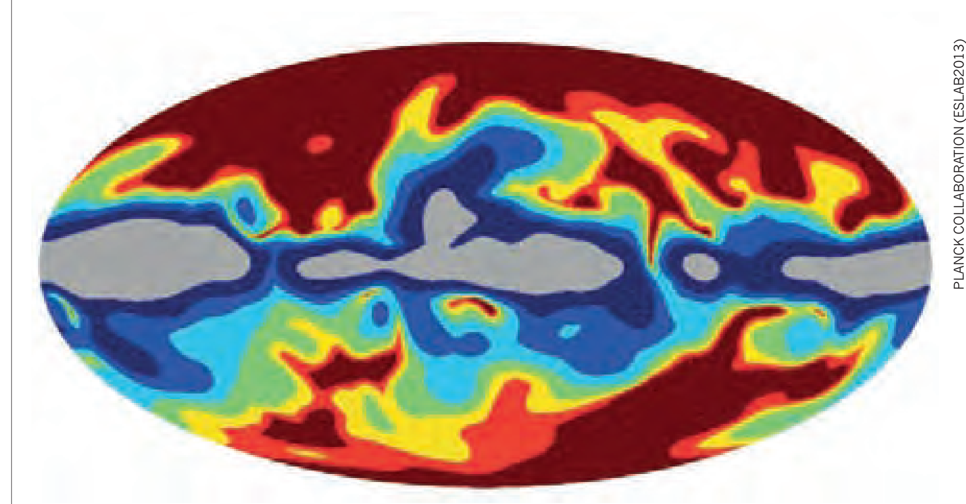
● الرياح الكونية تجعل الكواكب غير قابلة للحياة عليها. go.nature.com/i7qtkp

نيتشر بودكاست



سوء التغذية، والكائنات المجهرية/ أساس الذاكرة/ الصين تحرّك الجبال لبناء المدن go.nature.com/nature/podcast

SADEGH NABAVI & SINA ALIZADEH



PLANCK COLLABORATION (ESLAB2013)

استُعملت هذه الخريطة للغبار المجرّي من القمر الصناعي «بلانك» في تدقيق نتائج أمواج الجاذبية.

تلك الاستنتاجات على نطاق واسع باعتبارها تأكيدًا لنظرية التوسُّع الكوني، التي تنص على أن حجم الكون تضخَّم كالبالون أثناء الجزء الأول من الثانية بعد الانفجار العظيم.

والمقالتان الجديدتان تريان أن الأنماط الملتوية في استقطاب الأشعة الخلفية الكونية يمكن أن تُعزى بسهولة أيضًا إلى الغبار في درب التبانة[1،2].

جاءت المقالتان بعد عرض قام به قبل ثلاثة أسابيع رافاييل فلاوجر، عالِم الفيزياء النظرية لدى جامعة نيويورك، ومعهد الدراسات المتقدمة في برينستون، الذي أعاد معاينة خريطة للغبار المجرّي استعملها BICEP2. واستنتج فلاوجر أن الباحثين لدى BICEP2 ربما قلّلوا من قيمة الجزء من الاستقطاب الناجم عن الغبار في الخريطة، التي تم تكوينها من بيانات مركبة الفضاء «بلانك» التابعة لوكالة الفضاء الأوربية. يقول فلاوجر إنه عندما يُؤخذ الغبار في الحسبان بشكل كامل، فإن الإشارة التي يمكن أن تُعزى إلى الأمواج الجاذبية إما أن تختفي، أو تتقلَّص إلى حد بعيد.

«لقد اعتقدت أن نتائج BICEP2 كانت موثوقة جدًّا. أما الآن، فقد تغير الحال»، هكذا يقول ألان جوث، عالِم الكون، الذي كان أول من اقترح مفهوم التضخُّم الكوني في ثمانينات القرن العشرين، ويعمل الآن لدى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج، بعد أن عَلِمَ بحديث فلاوجر.

جادل باحثو BICEP2 بأن خريطة بلانك تضمنت واحدًا فقط من النماذج الستة التي استعملوها لتحرّي دور الغبار، لكن في مقالة[2] أُرسلت إلى آركايف في الثامن والعشرين من مايو الماضي، يقول فلاوجر واثنان من زملائه، ديفيد شبرجل، وكولِن هيلّ ـ وكلاهما من جامعة برينستون بنيوجيرسي ـ إن النماذج الخمسة الأخرى تستند إلى تقدير منخفض - ما بين 3.5%، و5% - للنسبة من الاستقطاب الكلي التي تنجم عن الغبار المجرّي، في حين يوحي الاستقراء من خريطة أكثر تفصيلًا ـ نُشرت في مايو الماضي من قِبَل فريق بلانك ـ بأن تلك النسبة أقرب إلى 8 ـ 15%، وفقًا لقول شبرجل، الذي يقول إنه في ضوء هذه القيم المحدَّثة «ليس ثمة دليل على كشفٍ لأمواج جاذبية». ويُضيف قائلًا إنه لا يمكن اتخاذ قرار نهائي، إلا بعد أن تُتاح خريطة غبار أكثر دقة، يتوقَّع أن ينشرها فريق بلانك في شهر أكتوبر.

في المقالة الأخرى[1]، قام سلياك ومايكل مورتونسون ـ وكلاهما عالمان كونيّان أيضًا لدى جامعة كاليفورنيا ببركلي ـ بإعادة معاينة بيانات BICEP2 عن كيفية تغيُّر إشارة الاستقطاب مع تردد الأمواج الميكروية التي يكتشفها. وقد قارن فريق BICEP2 نتائجه ببيانات عند ترددات منخفضة سجلها تليسكوب أسبق، هو BICEP1. ووجد الفريق أن كثافة الاستقطاب لم تتغيَّر من تردد إلى آخر بالطريقة المتوقعة، فيما لو كانت ناجمة عن الغبار، واستنتج أن البيانات تشير إلى أمواج الجاذبية على حساب الغبار بهامش يساوي من 11 إلى 1.

ويقول سلياك ومورتونسون إن تحليل BICEP2 لم يستبعد بيانات عن مقاييس مكانية صغيرة، أو عمّا يساوي أجزاء من الدرجة من السماء. وتلك مشكلة ـ كما يقول سلياك ـ لأنه عند هذه المقاييس الصغيرة، تقوم عدسات الجاذبية ـ التي ينحني فيها مسار الضوء حول الأجسام هائلة الكتلة ـ بمحاكاة أنماط الاستقطاب الملتوية، التي تطبعها الأمواج الجاذبية على المقاييس الكبيرة، تمامًا.

يقول سلياك إنه بأَخْذ مفعول العدسة في الحسبان، نجد أن «إشارة أمواج الكون الأولي الجاذبية مفضلة على الغبار بأرجحية تقل عن مرتين، وبعبارة أخرى.. ليس ثمة من أرجحية ذات مغزى قوي».

ويقول المشرف المشارك في العمل على BICEP2، جيمس بوكّ، الفيزيائي لدى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا بباسَّدينا، إنه برغم أن مقالة مجموعته الرئيسة كانت قد «روجعت استنادًا إلى ملاحظات تحكيم كثيرة، ثم أُعيد تقديمها للنشر، فإن الدليل على أمواج الجاذبية لم يتضاءل بالتأكيد، ونتائج BICEP2 لم تتغيَّر من حيث الجوهر».

قد تشهد الأرصاد المستقبلية انبثاق تموُّجات كونية من الغبار. ومن الممكن أن تؤكِّد بيانات جديدة من عدة مراصد ـ منها مصفوفة كِكّ، وهي تليسكوب في القطب الجنوبي بناه فريق BICEP2 ـ ومن خريطة فريق بلانك لاستقطاب الأشعة الخلفية الكونية في كل السماء، أن ثمة إشارة فعلًا من الكون الأوَّلي، لكن ربما ليست بالقوة التي لُوحِظَت في البداية. ■

1. Mortonson, M. M. & Seljak, U. Preprint at http://arxiv.org/abs/1405.5857 (2014).
2. Flauger, R., Hill, J. C. & Spergel, D. N. Preprint at http://arxiv.org/abs/1405.7351 (2014).



الدخان المتصاعد من نار الطهو، كالظاهر هنا في مومباي بالهند، يقتل ملايين البشر سنويًّا.

وجبات عَشاء قاتلة

ميرا سوبرَمانيَان

«إنّ تكلفة مواقد الكتل الحيوية المسبِّبة للتلوّث ـ التي يستعملها ثلث سكان الأرض ـ مريعة، وفشلت كل الجهود في التخلص منها».

بعد العودة من وردية عملها التي استمرت تسع ساعات ونصف كحارس أمن، شرعت «ساويتا ساتيش داداس» في قطف أوراق الحلبة عن سوقها؛ لإعداد العَشاء. تتجمع هي وطفلاها ـ إلى جانب ثلاثة من أبناء عمومتهم ـ فيما يشبه سقيفة بجانب منزلهم، الموجود في مقاطعة ساتارا في مهاراشترا بالهند. ومع دخول الماعز والأبقار إلى السقيفة لقضاء الليل على بعد أمتار قليلة منهم، تجلس «ساويتا» والأطفال على الأرضية الترابية المرصوصة حول موقد البيت.

ترتفع أعمدة الدخان من الموقد الهندي التقليدي (تشولها)، الذي يعمل بالحطب والمواد العضوية الأخرى التي غالبًا ما تُجمع من الريف. وموقد «ساويتا» ـ مثل مواقد عديد من جيرانها ـ مصنوع من الصلصال، إلا أن الكثيرين يشعلون مواقد بدائية ثلاثية الأحجار - باستخدام مثلث من نقاط مرتفعة لإسناد الوعاء، كالتي استخدمها البشر لآلاف السنين. تُدْخِل ساويتا جذوعًا خشبية خشنة القطع في الموقد، وتشكِّل يداها الدقيقَ المرطَّب؛ لتصنع خبز «الباكري»، بحركة إيقاعية يؤججها تراقص اللهب.

بهذا العمل اليومي البسيط، تشترك ساويتا في رابطة تضم أكثر من ثلث سكان العالم، وهي المليارات الثلاثة من البشر التي تعتمد على وقود الكتل الحيوية الصلبة، كالخشب وروث الحيوانات والمخلّفات الزراعية والفحم النباتي، أو الفحم، لتلبية احتياجات طهو الطعام. في الهند، تلك البلاد التي سلكت طريق التطور السريع في عديد من المجالات، لا تزال 160 مليون أسرة ـ حوالي ثلثي الأسر ـ تعتمد على مثل هذه الأنواع من الوقود كمصدر أوّلي للطاقة لأغراض الطبخ. على الصعيد العالمي، انخفضت نسبة الأُسَر التي تستخدم الكتل الحيوية باطِّراد وبطء على مدى العقود الثلاثة الماضية[1]. ونظرًا إلى الزيادة السريعة في عدد سكان العالم، فإن عدد الأفراد الذين يستخدمون الوقود الصلب لا يتناقص، حسب قول كيرك سميث، عالِم الصحة البيئية في جامعة كاليفورنيا، بيركلي، الذي درس الآثار الصحية الناجمة عن مثل هذه المواقد للطبخ لمدة 30 عامًا. وقال سميث: «لن يزول هذا قريبًا».

VIVEK PRAKESH/REUTERS/CORBIS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لم تكن الحاجة إلى انتقال مليارات الناس في جميع أنحاء العالم إلى أشكال أكثر نظافة للطبخ أكثر إلحاحًا مما هي عليه اليوم، في ضوء البحوث التي أجريت مؤخرًا وكشفت عن أن الانبعاثات الناتجة عن الطهو في مواقد تقليدية تشكل تهديدًا أكبر مما كان يُعتقد سابقًا. تُبرِز النتائج التي نُشرت ـ في وقت سابق من هذا العام ـ عن دراسة عالمية للصحة أن تلوث الهواء المنزلي بسبب هذه المواقد يسبِّب أكثر من أربعة ملايين حالة وفاة مبكرة سنويًّا، وأكثر من ربعهم في الهند وحدها[2]. كما أن مناخ الأرض هو أيضًا في خطر بسبب الدخان الذي يحتوي على جسيمات داكنة تمتص أشعة الشمس، وتغيِّر أنماط الغلاف الجوي، وتسرِّع ذوبان مساحات المثلجات بالقُطبَين.

سعت المنظمات البيئية، ومجموعات التنمية، وهيئات أخرى على حل لغز مواقد الطبخ لعقود، ولكن الزخم تَزَايَدَ بفضل تشكُّل «التحالف العالمي من أجل مواقد الطهو النظيفة». تم إطلاق هذه المشاركة بعيدة المدى بين القطاعين العام والخاص في عام 2010 من قِبَل وزيرة الخارجية الأمريكية آنذاك، هيلاري كلينتون. وقد وضع هذا التحالف العالمي هدفًا ساميًا، غرضه إقناع 100 مليون أسرة باعتماد مواقد الطهو النظيفة بحلول عام 2020، وهدفًا أبعد.. هو عدم وجود وفيات ناجمة عن مواقد الطهو بحلول عام 2030.

إنّ هذا الجهد الهائل ـ والأكثر طموحًا حتى الآن ـ يجمع اختصاصيين في مجالات متنوعة، مثل علم الأوبئة، وعلم المناخ، والتمويل العالمي، والمساواة بين الجنسين، وهو جزء من جهد عالمي متزايد يصل ما بين شركات الطاقة متعددة الجنسيات، والمنظمات غير الحكومية، ومختبرات التصميم الجامعية، والحكومات، والمخترعين الشباب الناشطين اجتماعيًّا. في الوقت نفسه، يتدفق تمويل جديد من تعاون مبادرات المسؤولية الاجتماعية، وقروض التمويل الصغيرة التي تُمنَح للفقراء، وبيع مخزون الكربون، إلا أن كافة الجهود المكرَّسة لحل المشكلة لا تزال بلا أثر واضح. وخلال جولة دامت ثلاثة أشهر في ولايتي مهاراشترا، وتاميل نادو الهندية منذ أواخر عام 2013 وأوائل عام 2014، قابلتُ عشرات النساء في بيوتهن، ووجدت أن مواقد الطهو المتطورة كثيرًا ما تقبع في الزوايا، دون أن تُستخدَم، فهي إما مكسورة أو ـ ببساطة ـ مستبعَدة. وتنسجم ملاحظاتي مع تلك التي توصَّلت إليها الدراسات الميدانية، والتي تُظهِر أنّ معدّلات اعتماد التقنيات الحديثة لا تزال منخفضة، مثلما كانت لعقود. يكفي حجم الصراع الدائر لجعل عديد من الباحثين يشككون فيما إذا كان من الممكن حقًّا تحسين مواقد الطهو التي تعتمد على وقود الكتل الحيوية، وما إذا كان من الأفضل توجيه الجهود نحو توسيع فرص الحصول على التقنيات المتطورة، مثل مواقد الغاز، والمواقد الكهربية المعتمَدة فعلًا في العالم المتقدِّم.

لقد حان الوقت لتجاوُز الأساليب القديمة التي تسبِّب الكثير من التلوث داخل البيوت وخارجها على حدٍّ سواء، كما تقول كالبَنا بالَكريشنان، المتخصصة في علم الأوبئة، ومديرة مركز التعاون للصحة المهنية والبيئية التابع لمنظمة الصحة العالمية (WHO) في جامعة شري راماتشَندره في تشيناي بالهند: «إذا كنا نريد هواءً نقيًّا في أي مكان، فحَرِيٌّ بنا ألا نحرق الكتل الحيوية في العراء هكذا».

حساب التكلفة

ترسم أحدث البيانات الصحية صورة قاسية لتأثير الطهو باستخدام الكتل الحيوية. ففي مارس الماضي، قدّرت منظمة الصحة العالمية أن 4.3 مليون شخص يموتون سنويًّا بسبب تلوث هواء البيوت الناجم عن الطهو باستخدام الكتل الحيوية والفحم[3]. وهو يمثل أعظم المخاطر الصحية في العالم، بعد ارتفاع ضغط الدم، والتبغ، والكحول[4]، مع ارتفاع عدد الوفيات بسبب الاستنشاق المتزايد والمستمر للدخان المتصاعد من النيران التي يوقدونها في منازلهم أكثر من الوفيات الحادثة بسبب الملاريا، والسل، وفيروس الإيدز مجتمعةً.

تتجاوز البيانات الجديدة أكثر من ضعف تقديرات منظمة الصحة العالمية في عام 2004 لمعدّل الوفيات الناجمة عن تلوث الهواء المنزلي. يرى «سميث» أن المسألة ليست مسألة طاقة، بل هي مسألة صحية في الأساس.

تشير البيانات إلى أن تلوث الهواء المنزلي من هذه النيران يسبِّب حالات العدوى الحادة في القسم السفلي من الجهاز التنفسي، وداء الانسداد الرئوي المزمن، وأمراض القلب والأوعية الدموية، وسرطان الرئة[4]. وكثيرًا ما تكون النساء والأطفال ـ بشكل خاص ـ عرضة لكميات كبيرة من الجزيئات الصغيرة التي يقلّ قطرها عن 2.5 ميكرومتر، المعروفة باسم $PM_{2.5}$، والتي تُعتبر الأكثر خطورة على صحة الإنسان. فقد أشارت دراسة[1] نَشَرَها سميث وزملاؤه هذا العام ـ وأسهمت في تقرير منظمة الصحة العالمية[3] ـ إلى أن النساء الهنديات اللاتي يطهين باستخدام الأدوات المنزلية التي تعتمد على الوقود الصلب يتعرضن لـ$PM_{2.5}$ بتركيز يبلغ يوميًّا في المتوسط 337 ميكروجرامًا لكل متر مكعب، أي أكثر من عشرة أضعاف المقدار الذي أوصت به منظمة الصحة العالمية لجودة الهواء في الأماكن المغلقة (انظر: «مسألة مُلِحّة»).

وحتى قبل إشعالها، تجعل هذه المواقد النساء والفتيات معرضات للخطر، لأنهن مكلَّفات عادةً بجَمْع الأحمال الثقيلة من الحطب أو غيره من المواد. كما يتعيَّن عليهن أيضًا السفر ـ في كثير من الأحيان ـ إلى مواقع نائية لإيجاد الوقود، مما يجعلهن عرضة لاعتداءات جنسية. لقد رأيت علامات على جمع الوقود بامتداد المناظر الطبيعية في جنوب آسيا، إذ تتكدس أكوام عالية منسَّقة من الفروع الدقيقة خارج البيوت في ولاية كَرناتكا، وتلتصق على الجدران في ولاية بيهار أقراص من روث البقر المجفَّف، وعليها

«لم ينجح البحث الذي استمر لمدة ثلاثين عامًا في التوصل إلى طريقة مجدية اقتصاديًّا لحرق الخشب».

طبعات أيدٍ صغيرة. وفي البَنجاب يتدافع أطفال نحيلو الأجسام فوق شجرة، مقتطعين فروعها بالمنجل، في حين تسحب امرأة بمفردها جذع شجرة طوله 6 أمتار على مسار رملي في تاميل نادو. كل هؤلاء يجدون الوقود، فالكتل الحيوية أكثر توافرًا في الهند، إذا ما قورنت بأماكن كثيرة في أفريقيا، حيث الوضع أكثر سوءًا.

في الجوار

تقول لاتا كيسان كَاري ـ التي تعيش بالقرب من «داداس» ـ إنها لا تبدي الكثير من القلق بسبب الدخان الذي ينبعث من الموقد الموضوع خارج الباب الأمامي لبيتها. فالتلوث لا يزعجها، وتضيف شارِحَةً: « إنه يصعد عاليًا ويبتعد».

في الواقع، يشكِّل الدخان المتصاعد من نيران موقد «لاتا» إضافةً إلى التلوث في قريتها وخارجها. وفي الهند ـ التي تنافس الصين حاليًّا في مستويات تلوث الهواء ـ تنشأ ربع الجسيمات الدقيقة المعلقّة في الهواء المحيط من مواقد الطهو المنزلية. وحتى أفراد الأُسَر التي انتقلت إلى استعمال الغاز المُسال (LPG)، وغيره من مصادر الوقود الأنظف، ستبقى عرضة لمخاطر رئوية عالية، إذا استمر جيرانهم في طهو الطعام باستعمال الوقود الصلب، كما تقول بالاكريشنان.

إنّ تأثير مثل هذه النيران يصل إلى كل أنحاء العالم، إذ تشير الدلائل إلى أن الكربون الأسود ـ الجزيئات التي تمتص أشعة الشمس، والتي تنشأ عن نار الطهو وغيرها ـ يساعد على إضعاف الرياح الموسمية الآسيوية، وإذابة الأنهار الجليدية الجبلية، وتسريع احترار القطب الشمالي[5]. ففي عام 2013، وجد تقييم جوهري أن الفحم الأسود المنبعث من مصادر كمواقد الطهو، ومحركات الديزل، وحرق المخلفات الزراعية، هو السبب الرئيس الثاني لاحترار المناخ، بعد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وفي أفريقيا وآسيا، يسهم حرق الوقود الصلب ـ الذي يشمل الكتل الحيوية والفحم في المناطق السكنية ـ بنسبة تتراوح بين 60 - 80% من انبعاثات الفحم الأسود.

يحاول التحالف العالمي معالجة هذه المشكلات المتعلقة بالبشر والجوّ عن طريق مجموعة من الأنشطة، من بينها تحسين رصد وتقييم برامج مواقد الطهو، وزيادة التنسيق بين المئات من الهيئات العامة والخاصة والمستقلة وغير الحكومية وجهات التمويل في 43 بلدًا شريكًا تنضوي الآن تحت مظلة التحالف. في عام 2012، وهو آخر عام تتوفر بيانات عنه، وزّع الشركاء 8.2 مليون موقد طهو نظيف.

إنّ التوزيع هو خطوة واحدة فقط على طريق الابتعاد عن دخان النيران، إذ تُظْهِر الأُسَر المشابهة لأسرة «لاتا» مدى التحدي الذي سيواجهه التحالف للوصول إلى أهدافه، وخاصة إذا كان التركيز ينصبّ بشكل أساسي على تحسين مواقد الكتل الحيوية. وباعتبارها جزءًا من مبادرة الشركاء المحليين للمسؤولية الاجتماعية، تلقّت «لاتا» قبل عدة سنوات موقد طهو محسَّنًا مجّانًا من «كَمِنْز» Cummins، وهي شركة متعددة الجنسيات، تشغّل موقعًا صناعيًّا ضخمًا في المنطقة. وقد تم تركيب خمسمئة موقد ـ كلفة كل منها أقل من 15 دولارًا أمريكيًّا ـ في منازل القرية من قِبَل منظمة غير حكومية. ومثل موقد «لاتا» تمامًا، لم يُستَعمل الكثير من هذه المواقد. والموقد الطيني يعتمد تكنولوجيا بسيطة، وهو مصمَّم لإحراق أنظف، وغرفة الاحتراق فيه مصنوعة من إسمنت مقاوم للحرارة، وفتحة لسحب الهواء، ولتحسين جريانه. وكعشرات المواقد التي رأيتها في مقاطعة ساتارا، كان هذا الموقد مزوَّدًا بلَبِنة مثبتة في فتحة الهواء، خشية أن تخطئها الثعابين أو العقارب، وتعتبرها مخبئًا لها.

وجد الأفراد الذين اختاروا استخدام مواقدهم أن التصميم كان معيبًا. فقد احترق

السلك الذي كان يجمع الطوب في غرفة الاحتراق بسرعة، مما تَسبَّب في انهيار المواقد تحت تأثير وزن أوعية الطهو، ووجد الكثيرون أن النيران لا تزال تسبِّب الكثير من الدخان.

طَوَّرَ المهندسون تصميمات أكثر تطورًا وثباتًا، وكثير منها قابل للحمل؛ لتفادي المشكلات المماثلة لتلك التي شوهدت في قرية «لاتا». وهناك مواقد تعمل بالغاز عالية التقنية، كالموقد الذي تنتجه فيليبس، ويعتمد على عبوة بطارية قابلة لإعادة الشحن لتشغيل مروحة من أجل احتراق أنظف. ومواقد «أورجا» أيضًا مزوّدة بمروحة، وتحرق نفايات الحقل المكوَّرة. هناك خيار آخر، «بايولايت»، الذي يستخدم مُوَلِّد كهرباء حرارية لتشغيل مروحة (فضلًا عن منفذ لشاحن USB، وهو ما قد يشجِّع الأزواج المعجبين بالهاتف المحمول لشراء مواقد محسَّنة لزوجاتهم). وتستخدم الوحدات الأنيقة ـ مثل مواقد «إنفايروفيت» Envirofit، و«براكتي» Prakti ـ تيارًا طبيعيًّا، في محاولة للوصول إلى إيقاد نار دون دخان.

ويبدو أن المستخدمين رأوا الكثير من القصور في كل هذه النماذج، فهُم غالبًا ما يرفضونها. قالت لي النساء إن هذه المواقد أصغر جدًّا من أن تدعم وعاء تسخين ماء الاستحمام، أو إنها ليست ساخنة بما يكفي لطهو «روتي»، أو الخبز الرقيق. واشتكى عدد كبير منهن من أنه يتعين عليهن الجلوس إلى جانب المواقد المحسَّنة وتغذيتها باستمرار، على عكس المواقد التقليدية، حيث يمكنهن الاكتفاء بإلقاء جذع كبير فيها. وحتى اللواتي يستخدمن المواقد الجديدة يواجهن مشكلات عندما تُكسر الأجهزة؛ ففي الوقت الحاضر هناك نظام إمدادات محدود جدًّا، مجهَّز لتأمين قطع الغيار أو الإصلاح. ويسعى التحالف العالمي ـ إلى جانب شركات مثل «أورجا»، و«إنفايروفيت»، و«براكتي» ـ إلى تجهيز البنية التحتية الضرورية، لكن الطريق أمامهم لا يزال شاقًّا، إذ تتراوح كلفة المواقد الأفضل أداءً بين 50 و80 دولارًا، وهو مبلغ أعلى بكثير من إمكانية العديد ممن هم في أشد الحاجة إليها.

تعرضت جهود تحسين المواقد لكثير من المشكلات المشابهة على مدى عقود، إذ يذكر تقرير برنامج مواقد الطهو الحكومي الهندي توزيع أكثر من 30 مليون موقد محسَّن بين عامي 1983 و2002، لكنَّ البنك الدولي وعددًا كبيرًا من الباحثين وجَّهُوا انتقادًا إلى هذا البرنامج، مثلما إلى العديد غيره من مبادرات المواقد على مرّ السنين، لسوء تصميم المواقد، وتكاليف البرنامج العالية، وانخفاض معدلات اعتماد المواقد بالفعل، وانعدام صيانتها. يبدو أن فكرة توزيع الأجهزة مجانًا لا تنجح، فقد أخبرني العديد من مصممي المواقد أن البرامج المدعومة بقوة تتجاهل نمو السوق المحلية للمواقد وقطع الغيار، التي يمكن أن تساعد على دعم استخدامها على المدى الطويل.

التقليدي يكسب

في أواخر عام 2013، استعدّ سميث لزيارة ثانية لبعض القرى التي كان قد درسها لأول مرة في أوائل ثمانينات القرن العشرين. عندما التقينا في دلهي قبل رحلته، قال: «أخشى أن أذهب لأرى أن شيئًا لم يتغير»، لكنه كان مخطئًا. ففي القرى، كان الناس يتجاذبون أطراف الحديث على الهواتف المحمولة، وكانت هناك منازل عديدة مزوّدة بالكهرباء، وأطباق أقمار صناعية، ومياه جارية، لكن شيئًا واحدًا لم يتغير، ألا وهو أنّ جميع الأسر تقريبًا لا تزال تستخدم المواقد التقليدية، على الأقل لإعداد بعض الوجبات. يقول سميث: «أصبحت التنمية غير ذات صلة بالطهو».

و«أدراج الرياح» هي دراسة أجريت عام 2012 من قِبَل باحثين في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج، لتسليط الضوء على بعض التحديات المستمرة[6]. لم تعثر دراسة عشوائية مُراقَبة ـ في أوديشا بالهند ـ على أي تحسُّن طويل الأجل في مجالات الصحة واستهلاك الوقود، أو – كما استدل الباحثون ـ انبعاثات غازات الدفيئة لدى الأسر التي مُنِحت مواقد طهو نظيفة. ويرجع هذا بشكل رئيس إلى أن المواقد لم تكن تُستخدَم. فرغم توزيع الأجهزة من قِبَل منظمة «جرام فيكاس» غير الحكومية، فإنها سرعان ما توقَّف استعمالُها، أو لم يُحافَظ عليها بطريقة تُبْقِي الانبعاثات منخفضة.

ينتقد سميث دراسة أدراج الرياح، قائلًا إن المواقد التي كانت موضع البحث كانت معروفة بسوء نوعيتها. ويسلط هجومه الضوءَ على حقيقة مفادها أن أحدًا لا يعرف ما هو تعريف موقد الطهو «النظيف»، نظرًا إلى عدم وجود معايير متفَق عليها لانبعاث الجسيمات من المواقد.

يوافق جوتَم ياداما، أستاذ العمل الاجتماعي في جامعة واشنطن في سانت لويس بولاية ميسوري، ومؤلف كتاب «النيران والوقود، ومصير 3 مليار إنسان»، (مطبعة جامعة أكسفورد، 2013)، على أن «نظيف» تعبير غامض، ويقول: «ما هي المقاييس؟ مَنْ الذي يدعوها محسَّنة، وهل هي محسَّنة بالفعل؟». هناك جهود تجري على قدم وساق لمعالجة هذه المسألة. فقد اجتمعت اللجنة الفنية للمنظمة الدولية لتوحيد القياس في شهر فبراير في نَيروبي؛ لبدء تطوير طرق موحدة لاختبار مواقد الطهو،



رغم أن المواقد المحسّنة تنتج دخانًا أقلّ، إلا أن الكثيرين يفضلون التصاميم التقليدية.

MEERA SUBRAMANIAN

كما كانت الحكومة الهندية أيضًا منهمكة في تطوير مختبرات يمكنها الموافقة على مواقد طهو معيّنة على أساس الكفاءة الحرارية، بالإضافة إلى مدى إنتاج أول أكسيد الكربون، وإجمالي الجسيمات، لكن أيًّا من التصميمات لم يتناول بعض المشكلات الأساسية لإحراق الكتل الحيوية. فمثل هذه الأنواع من الوقود تختلف بشكل كبير من حيث محتواها من الرطوبة وتكوينها الكيميائي، مما يجعل تصميم موقد رخيص الثمن ذي احتراق نظيف أمرًا صعبًا في كثير من الحالات. وإضافة إلى ذلك.. سيكون تشغيل مستخدمي الموقد مختلفًا بشكل ثابت عن تشغيل فنِّيّ المختبر له. وبغضّ النظر عن الموقد، لا يمكن للكتل الحيوية بأي حال أنْ تختزن طاقة تعادل الطاقة التي يختزنها الوقود الأحفوري. تقول بالكريشنان: «لم ينجح البحث الذي دام ثلاثين عامًا في التوصل إلى طريقة مجدية اقتصاديًّا لحرق الخشب، فالخشب ليس وقودًا حراريًّا بما يكفي لاحتراق نظيف جدًّا».

في بعض الأماكن، تساعد التنمية على فتح باب النقاش حول اعتماد المواقد، وتشير إلى مستقبل بدون نيران مفتوحة. فهناك أُسَر كثيرة الآن تستخدم أنواعًا متعددة من أجهزة الطهو، وهو نهج يُدعى «تكديس المواقد»، يجمع بين الطريقتين.. التقليدية والحديثة. ويتجليّ هذا خاصة في ولاية تاميل نادو الجنوبية، وهي واحدة من أكثر المناطق تطورًا في الهند.

عندما دخلت إلى منزل إميلي تريزا، الذي يعلو محل خياطة للسيدات والرجال في مقاطعة كريشناجيري، صباح يوم سبت، كان هناك وعاء ضغط يصفِّر على موقد غاز مسال في المطبخ، في حين كان موقد الكيروسين موضوعًا تحت الطاولة. تفضِّل إيميلي الغاز المُسال، ولكنها تحدّ من استخدامه، أمّا موقد الكيروسين، فحسب دوام مخصَّصها من الوقود المدعوم. ولتسخين مياه الاستحمام، تستخدم إيميلي الموقد التقليدي في الخارج. وفي غرفة أخرى، تحتفظ بموقد الكتل الحيوية «إنفايروفيت» الذي اشترته من خلال جمعية النساء التعاونية التي تنتمي إليها. لقد ساعد مشروع «تنمية القرية المتكاملة» الذي ترعاه منظمة غير حكومية في جلب 25،000 من تلك المواقد إلى منطقتها. وشقيقة زوجها التي تقطن أسفل الطريق لديها هي الأخرى عدة مواقد، بما في ذلك موقد الحث، وهو وحدة كهربية مبسطة، يزداد انتشارها، تستخدم الحث الكهرومغناطيسي لنقل الحرارة إلى أواني الطهو. وفي الأماكن التي يمكن الاعتماد فيها على الكهرباء، يوفّر الحث موقدًا أكثر نظافة وكفاءة، بتكلفة يمكن مقارنتها بمواقد الكتل الحيوية المحسَّنة متوسطة المستوى.

يُذَكِّرنا تجميع المواقد بهذه الطريقة ـ من قِبَل أولئك الموجودين في أسفل سلم الطاقة ـ بالطريقة التي ينتقل فيها الموجودون في طبقات اجتماعية أعلى بسلاسة بين الغاز وأفران الميكروويف والغلايّات الكهربية، بينما يؤدي سخان الماء عمله بهدوء دون أن يلاحظه أحد، ولكن وسط مجموعة كبيرة من الخيارات، كثيرًا ما يكون موقد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

«إنفايروفيت» هو آخر خيار تبحث عنه «إيميلي» وشقيقة زوجها.

بعد عقود من الصراع لحمل الناس على استخدام مواقد الطبخ المحسَّنة، يخشى عديد من الباحثين من عدم رضا المستهلكين عن هذه الأجهزة مطلقًا، وبالتالي لن تحقق المكاسب الصحية والمناخية المرغوب فيها. يقول سميث: «بيت القصيد عندي هو أنه لا شيء يجدي.. الشيء الوحيد الذي نعرف أنه يعمل منذ الأزل هو الغاز والكهرباء».

تجادل بالَكريشنان ـ من الناحية الأخلاقية ـ ضد مواقد الطهو المحسّنة، التي لا تزال تنتج كميات ضارة من الملوثات، مقارنةً بمواقد الغاز المسال، أو المواقد الكهربية، وتدعمها محطات طاقة بعيدة تَستخدِم عادةً الوقود الأحفوري: «هل هناك تبرير لأنْ نقول إنه لا بأس من الوصول إلى وضع أفضل قليلًا؟ إذا كان لا بأس من استخدام 40% من الناس للوقود الأحفوري، فما الذي يجعل استخدامه من قبل الـ60% الباقية غير مناسب؟ لماذا نستخدم معايير مزدوجة؟»

تغيير الطاقة

يعتقد سميث، وبالَكريشنان، وغيرهما أن الجواب قد يكون في القفز عدة درجات على سلم الطاقة مرة واحدة، وتَجَاوُز مواقد الكتل الحيوية المحسَّنة. سيكون من الأفضل ـ كما يقترحون ـ أن يوجِّه المصمِّمون وصُنّاع السياسات جهودهم نحو مساعدة المزيد من الناس على الانتقال مباشرةً إلى مواقد الغاز أو الكهرباء.

لقد قامت إحدى جارات «لَتا» بفعل هذا لتوّها، إذ جمعت مالًا يكفي لشراء موقد الحث، وموقد الغاز المسال، وهي تنفق على إعادة ملء أسطوانات الغاز المدعومة ـ التي تكفيها لمدة ثلاثة أشهر ـ المبلغ نفسه الذي تنفقه «لاتا» لشراء خشب للوقود يكفيها ثلاثة أسابيع فقط. ترغب «لَتا» كذلك في الحصول على مواقد أنظف، ولكن التكاليف الأولية باهظة جدًّا بالنسبة لها.

إنّ مجال الطاقة المتغيِّر بسرعة فَتَحَ آفاقًا جديدة.. فرغم أن الهنود قلقون بشأن مستقبل دعم الغاز المُسال، الذي يتباين بشدة، إلا أن الكثيرين يتمكنون الآن من الحصول على مصادر جديدة للطاقة البديلة والمتجددة. ففي الهند وغيرها من البلدان النامية، يقوم روّاد الأعمال بتأسيس نظم غير مركزية؛ لتوزيع الطاقة الكهربية، تغذِّيها الطاقة الشمسية، أو الطاقة المائية، أو الغاز الحيوي المشتق من المخلفات الزراعية (انظر: *Nature* **507**; 154-156; 2014)، والأخير متوفر بغزارة في مناطق العالَم الريفية الفقيرة. ويمكن للشبكات الكهربية الصغيرة ـ بالاشتراك مع مواقد الحث ـ أن توفِّر وسيلة للملايين، تمكِّنهم من الابتعاد عن مواقد الكتل الحيوية الملوّثة.

وحتى التحالف العالمي لمواقد الطهو النظيف يقرّ بمزايا التخلِّي عن مواقد الكتل الحيوية بجميع أنواعها. تقول «سومي مِهتا»، مديرة البرامج في التحالف: «إذا كان الناس يستطيعون دفع نفقات، وبإمكانهم الحصول على تكنولوجيا أنظف للطهو، بما في ذلك المواقد الكهربية ومواقد الغاز المسال، فإن ذلك أمر رائع من وجهة نظرنا.. لكننا نعرف أيضًا أنه لن يكون بوسع الجميع ـ على المدى القصير ـ أن يحققوا تلك القفزة». ومن بين الذين يستعملون الكتل الحيوية كمصدر للطاقة، البالغ عددهم 3 مليار، نجد أنّ ثُلثهم ـ على الأقل ـ لديه أمل كبير في ارتقاء سلم الطاقة في أي وقت قريب. وبالنسبة لهم، كما تقول «سومي»، سيستمر التحالف في الاستثمار في ابتكار موقد أنظف للكتل الحيوية، مهما كانت تحديات هذه المهمة.

مع وَضْعها للمسات الأخيرة على طعام العشاء والأطفال يجلسون بصبر بجانبها، ليس لدى «ساويتا» سوى القليل من الوقت للقلق بشأن قضايا كهذه، إذ تغمس ملعقة في إناء الفيكس المليء بالملح وتضيف التوابل إلى أوراق الحلبة الخضراء التي سترافق العدس مع قطعة واحدة من خبز الباكري لكل من أفراد الأسرة الستة الذين ستطعمهم الليلة. غدًا هو عيد الميلاد، وهو ما يعني يوم عطلة ثمينًا بعيدًا عن المصنع. وباعتبارها من الهندوس، لا تحتفل «ساويتا» بهذا العيد. وحين سألتها عما تعتزم القيام به؛ ضحكت بأسى وقالت إنها ستستخدم الوقت الإضافي لتحمل فأسها وتخرج لجَمْع الحطب. ■

ميرا سوبرَمانيان كاتبة حرة في كيب كود، ماساتشوستس. سافرت إلى الهند بزمالة من مؤسسة «فولبرايت-نهرو»، التي قدمت دعمًا جزئيًّا لهذا المقال.

1. Smith, K. R. *et al. Annu. Rev. Public Health* **35,** 185–206 (2014).
2. Balakrishnan, K., Cohen, A. & Smith, K. R. *Environ. Health Perspect.* **122,** A6–A7 (2014).
3. World Health Organization *Burden of Disease from Household Air Pollution for 2012* (WHO, 2014) available at http://go.nature.com/smuctx.
4. Lim, S. S. *et al. Lancet* **380,** 2224–2260 (2012).
5. Bond, T. C. *et al. J. Geophys. Res.* **118,** 5380–5552 (2013).
6. Hanna, R., Duflo, E. & Greenstone, M. *Up in Smoke: The Influence of Household Behavior on the Long-Run Impact of Improved Cooking Stoves* (MIT, 2012).

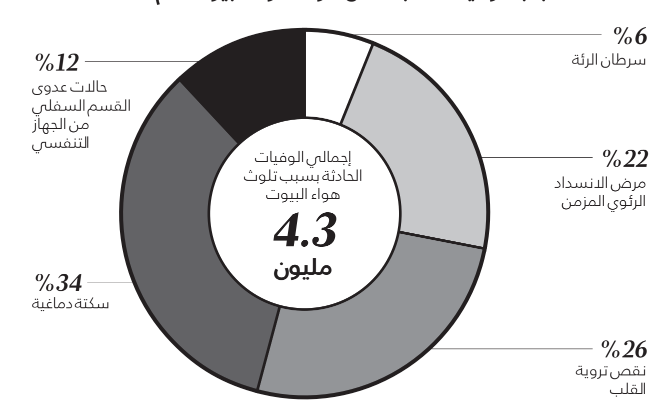


مسألة مُلِحَّة

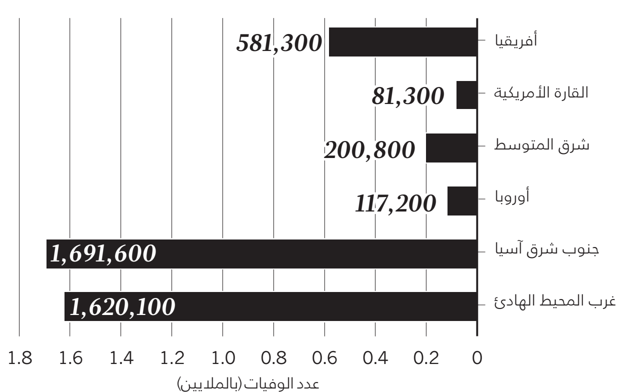
SOURCE: REF. 3

يعمد حوالي 3 مليار إنسان إلى حرق الأخشاب وروث الحيوانات وغيرها من الكُتَل الحيوية في مواقد مفتوحة لطهو طعامهم وتدفئة منازلهم. وقد قدرت منظمة الصحة العالمية عدد الوفيات الناجمة عن تلوث هواء البيوت نتيجة حرق الكتلة الحيوية والفحم.

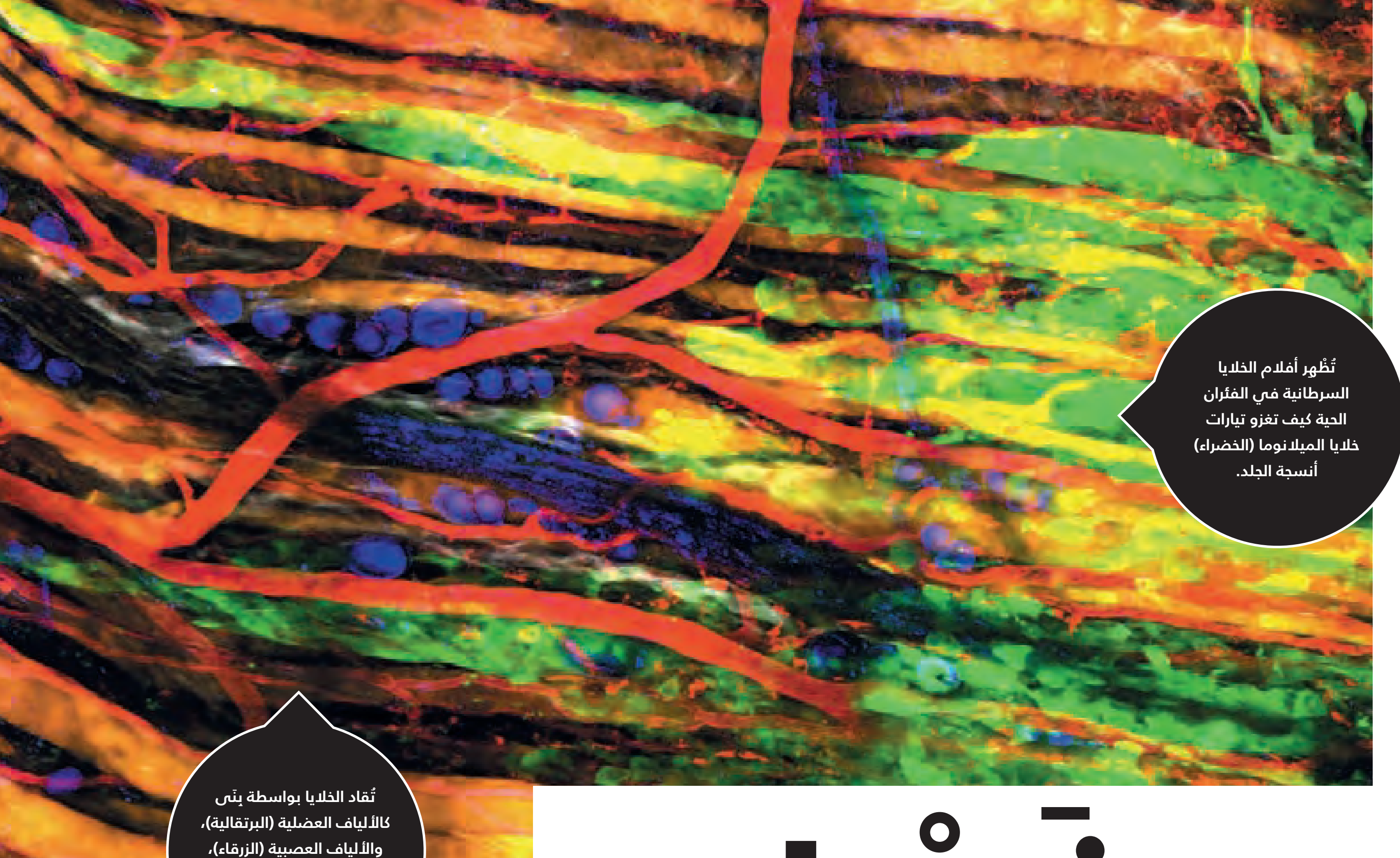
أسباب الوفيات الناجمة عن تلوث هواء البيوت عام 2012



إجمالي الوفيات الحادثة بسبب تلوث هواء البيوت في عام 2012، حسب المناطق



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



تُظْهِر أفلام الخلايا السرطانية في الفئران الحية كيف تغزو تيارات خلايا الميلانوما (الخضراء) أنسجة الجلد.

تُقاد الخلايا بواسطة بِنًى كالألياف العضلية (البرتقالية)، والألياف العصبية (الزرقاء)، والكولاجين (الرمادي)، والأوعية الدموية (الحمراء).

BETTINA WEIGELIN & PETER FRIEDL, RADBOUDUMC

ضَبْط السرطان أثناء العمل

طرق مراقبة الخلايا السرطانية في الحيوانات الحيّة تُغيِّر نظرتنا إلى السرطان.

كوري لوك

أُصيبت ميكالا إيجبلاد بالذهول عندما أنجزت أول فيلم متحرك للخلايا السرطانية داخل الفئران الحية. وحتى ذلك الحين، كانت قد دَرست العيّنات على شرائح المجهر، حيث تقبع الخلايا دون حراك، ولكن رؤيتها داخل الحيوانات الحية أعاد الحياة إلى الخلايا. تقول إيجبلاد، الباحثة في مجال السرطان في مختبر كولد سبرنج هاربور في نيويورك: «ستُشغِّل المجهر، وتنظر إلى الفأر الحيّ؛ لتبدأ هذه الخلايا نفسها فجأة بالتحرك بجنون. لقد غيّرت تفكيري حقًّا».

تتزايد محاولات باحثي السرطان لاغتنام فرصة التجسس على الخلايا السرطانية الفردية في بيئتها الأصلية. وفي دراسات المزارع النسيجية الثابتة، يتعين على الباحثين الاستدلال على ما يمكن للخلايا السرطانية والخلايا الأخرى المحيطة بالورم أن تقوم به، وكيف يمكن أن تتفاعل فيما بينها. إن تتبّع السرطان في الحيوانات الحية مع مرور الوقت ـ وهو النهج الذي يُسمَّى التصوير أثناء الحياة ـ يضع تلك التفاعلات على الشاشة، ويسمح لعلماء الأحياء بالتدقيق في عدد صغير من الخلايا الخطرة داخل الورم، التي تقود المرض، أو تقاوم العلاج.

غوص إلى العمق

استخدمت تقنية التصوير أثناء الحياة لأول مرة من قِبَل علماء بيولوجيا السرطان في أواخر تسعينات القرن العشرين، وهي تنطوي على تركيز مجاهر قويّة مباشرة على الأنسجة المعرَّضة في فأر حيّ مخدَّر. وقد اعتمد عدد أكبر من المختبرات التصوير أثناء الحياة، لأن التقنية المتقدمة جعلت إمكانية التحديق في عمق الأنسجة أكبر – وقد وصل الآن إلى 20 خلية عمقًا - واستخلاص الإشارات الأضعف. تمكنت المجموعة المتنامية من الواسمات الجزيئية من

ما زالت هذه التقنية فتيّة، وما زالت المختبرات تحاول التوصل إلى معرفة أفضل السبل لتحليل بيانات الفيديو الصادرة عنها، التي يصل حجمها إلى عدة وحدات من الجيجابايت، لكن الاستخدام المتزايد لتقنية التصوير أثناء الحياة على مدى العقد الماضي ساعد الباحثين بالفعل على تجميع الجداول الزمنية للأحداث الخلوية والجزيئية الرئيسة، كعملية تسلل الخلايا السرطانية إلى الأوعية الدموية. وقد أسفرت هذه الأدلة عن فرضيات جديدة حول نموّ السرطان، وانتشاره ومقاومته للعلاج، وهي معلومات يمكنها أن تساعد مطوري الأدوية على فهم الأسباب التي تجعل بعض خلايا السرطان لا تخضع للعلاج.

وفي سياق ثقافي مهووس بما يصوَّر بالفيديو، تمتلك تقنية التصوير جاذبية لحظية. يقول بيتر فريدل من جامعة رادبود نيميجن في هولندا: «عندما نعرض الأفلام التي بحوزتنا، يقع مشاهدوها عن مقاعدهم عندما يرون مدى الديناميكية التي يمكن للآفة الورمية أن تكون عليها. إنه تغيير في المفهوم».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

منح الباحثين القدرة على تصوّر ما يصل إلى ثمانية أنواع مختلفة من الخلايا والبِنَى، وهي تشمل مختلف خلايا الجهاز المناعي والخلايا البطانية للأوعية الدموية. « لقد جعلت الواسمات والتكنولوجيا المجهرية من هذا تضافرًا قويًّا»، استنادًا إلى فريدريك دي سوفاج، نائب رئيس قسم الأورام الجزيئية في شركة جينينتِك للتكنولوجيا الحيوية في جنوب سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، الذي شهد التكنولوجيا تعمل.

إن وضع هذه المكونات معًا يرسم صورة شاملة عن السرطان، باعتباره نظامًا بيئيًّا معقدًا من الخلايا التي تهاجر، وتتكاثر وتتفاعل فيما بينها. وعلى الرغم من أن باحثي السرطان قد أدركوا منذ وقت طويل أن الخلايا في الورم متغايرة وراثيًّا، فالتصوير أثناء الحياة يكشف كيف يمكن لسلوك الخلايا الفردية أن يختلف أيضًا. فعلى سبيل المثال.. يمكن للخلايا السرطانية أن تتحرك في مسارٍ واحدٍ، أو أن تتحرك جماعيًّا كمجموعة وثيقة الترابط. وهذا يتوقف على نوع الورم، وبيئته.

ومن السلوكيات الخلوية الغامضة التي شوهدت في هذه المجاهر هي تلك الخاصة بالخلايا البلعمية، وهي نوع من الخلايا المناعية التي تلتقم عادةً مسبِّبات الأمراض، وتزيل الخلايا الميتة وتحفز الاستجابات المناعية. يمكن للخلايا البلعمية أن تُحرِّض الخلايا المناعية لمكافحة السرطان، ولكنها كثيرًا ما تُعزّز نمو الورم وانتشاره.

أظهرت دراسات التصوير أثناء الحياة أن الخلايا البلعمية ـ إلى جانب الخلايا السرطانية والخلايا البطانية ـ تشكّل بنية تضخّ الخلايا السرطانية في مجرى الدم - وهي خطوة رئيسة في الانتقال الورمي. وعند العمل على القوارض، وجد الباحثون ـ بقيادة جون كونديليس في كلية ألبرت آينشتاين للطب في نيويورك ـ أنه عندما تصبح الخلايا البلعمية على اتصال مع الخلايا السرطانية للثدييات، فإن الخلايا السرطانية تصبح أكثر قدرة على الغزو، مسبِّبةً انحلال النسيج البين- خلوي الغنيّ بالبروتين والمحيط بالأوعية الدموية، ومقحمة نفسها بين الخلايا البطانية. تفصل الخلايا البلعمية بين الخلايا البطانية التي تفقد التواصل فيما بينها، فاتحةً فوهة في جدار الوعاء الدموي، مُتِيحَةً للخلايا السرطانية التسرب خارج الأنسجة إلى مجرى الدم[1،2].

أظهر فريق كونديلِس أن هذه «المضخّة» توجد في سرطان الثدي البشري. كما حدّدت المجموعة أيضًا ثلاثة واسمات جزيئية، واحد لكل نوع من أنواع الخلايا الموجودة في البنية، تشير إلى وجودها في الأورام. وفي دراسة[3] ضمّت 60 شخصًا يعانون من سرطان الثدي، كان الأشخاص الذين لديهم كثافة أعلى من هذه المضخات ضمن الأورام أكثر عرضةً للإصابة بالنقائل الورمية في الأعضاء الأخرى. وقد قامت الشركة حديثة الإنشاء «ميتاستات» MetaStat في مونتكلير، نيو جيرسي، بترخيص هذه التكنولوجيا التنبؤية وهي تعمل على تطوير اختبار يتوقع خطر انتقال الورم لدى المصابين بسرطان الثدي. وتأمل الشركة أن يكون الاختبار جاهزًا للتجارب الإكلينيكية مع حلول نهاية هذا العام. كما تعمل مجموعة كونديلس أيضًا على مسبار؛ لتحديد المضخات باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي، لتفادي الحاجة إلى أخذ خزعات نسيجية من المرضى.

يستخدم البعض الآخر التصوير أثناء الحياة؛ لتتبّع الأدوية المضادّة للسرطان في الجسم، واستكشاف أسباب فشل بعض العلاجات الدوائية. يعمد المتخصصون في بيولوجيا السرطان نمطيًّا إلى اختبار تأثير العلاجات الكيميائية في الجسم الحي، عن طريق قياس التغيرات في نمو الورم وحجمه في الفئران. ويعطي التصوير أثناء الحياة صورة أكثر مباشرة، كاشفًا عن الخلايا الورم التي تقتنص الأدوية، وما إذا كانت هذه الخلايا تعيش، أم تموت.

سجّلت إيجبلاد وفريقها أفلامًا عن دوكسوروبيسين، وهو دواء للسرطان متألق طبيعيًّا، أثناء تسلل ارتشاحه في الأورام الثديية في الفئران. وقد فوجئوا بدرجة التنوّع ـ حتى داخل مناطق صغيرة من الورم ـ في كمية الدواء التي دخلت إلى الخلايا، وفي عدد الخلايا التي ماتت. وقد وجدوا أن أحد العوامل المهمة هو «التسرّب» من الأوعية الدموية في الورم[4]. وكانت أورام المرحلة المتوسطة ـ التي تحتوي على عدد أكبر من الأوعية الدموية المسامية، مقارنةً بأورام المرحلة المبكرة، أو أورام المرحلة المتأخرة ـ كانت أكثر حساسية للدواء. لذا.. تشير إيجبلاد إلى أن المركبات

«عندما نعرض الأفلام التي بحوزتنا، يقع مشاهدوها عن مقاعدهم عندما يرون مدى الديناميكية التي يمكن للآفة الورمية أن تكون عليها».

التي تعزّز نفاذ الأوعية الدموية قد تتمكن بالتالي من تحسين توصيل أدوية السرطان.

نوافذ مُطلّة

لالتقاط الأفلام في الفئران الحية، حُدّد الباحثون مبدئيًّا بجلسة تصوير واحدة. من الناحية المثالية، سيرغبون في مشاهدة الأورام في الحيوان نفسه على مدى أيام أو أسابيع؛ لمتابعة التغيّرات على المدى الطويل. ويعتمد العديد على أسلوب زرع ساتر زجاجي ضمن إطار في جلد الفأر. هذه النوافذ التي يمكنها تقديم مشاهد من مناطق تتضمن الدماغ والبطن والغدد الثديية تسمح للباحثين بتصوير الموقع نفسه في الفأر نفسه عدة مرات. تستيقظ الفئران بعد جلسة التصوير، وتُتابِع حياتها على النحو الطبيعي في أقفاصها.

باستخدام النوافذ، قام فريق يقوده جاكو فان رينن في معهد أوبرخت في أوترخت، بهولندا، بمراقبة خلايا سرطان القولون وسرطان المستقيم وهي تستعمر أكباد الفئران الحيّة على مدى أسبوعين. انتقلت الخلايا السرطانية التي وصلت حديثًا ضمن مناطق صغيرة من العضو خلال الأيام القليلة الأولى، ولكنها توقفت عن الهجرة بحلول اليوم الخامس وأصبحت مكدّسة بكثافة. وقد وجد الفريق أن علاج الفئران في المراحل المبكرة من انتشار الورم بواسطة جزيء يمنع هجرة الخلية أدى إلى انخفاض عدد أورام الكبد النقيلة التي تشكلت في وقت لاحق[5].

مع تطوّر تصوير السرطان أثناء الحياة، انتقل هذا المجال إلى ما وراء الأفلام اللافتة للنظر، وبدأ بإنتاج بيانات كمية تفصيلية، مثل، سرعة واتجاه تحرّك الخلايا. إن بيانات كهذه تسمح للباحثين ببناء وصقل النماذج الرياضية لسلوك الخلية. وهذه النماذج يمكنها التنبؤ مثلًا بطريقة غزو الخلايا السرطانية للأنسجة، كما يقول فريدل.

إنّ إنشاء مثل هذه البيانات الكميّة أمر صعب، ويستغرق وقتًا طويلًا: فقد يحتاج تحليل الأفلام إلى زمن يعادل 15 ضعف الزمن اللازم لإعدادها، حسب قول إيجبلاد. ويشير آخرون إلى أن برامج التحليل الكمي للصور محدودة، ولذا.. فإن الكثير من المختبرات تعدّ برامج خاصة بها.

يستمر التصوير أثناء الحياة بإثارة تحديات تقنية. فهذه التقنية يمكنها الوصول فقط إلى الأنسجة القريبة من السطح، مما يجعل تطبيق استخدامها ممكنًا على عدد قليل من أنواع الأورام، حسب قول دي سوفاج. كما كان من الصعب أيضًا دمْج التصوير أثناء الحياة مع الأدوات الكلاسيكية للبيولوجيا الجزيئية، كالمجسّات الحيوية المتألقة التي يستخدمها الباحثون لمعرفة متى وأين يتم تشغيل مسارات إعطاء الإشارات للخلايا. تعمل مجسات عديدة منها بشكل جيد في المختبر ـ حيث يمكن التلاعب بالخلايا لتضخيم تغيّرات الإشارة ـ ولكنها ليست حساسة بما يكفي لالتقاط التغيرات الأكثر دقة في الجسم الحي، وفقًا لقول فان رينن. ويمكن لهذا النوع من المعلومات أن يوفّر أدلة عن طُرُق هروب الجزيئات التي تسمح لبعض الخلايا السرطانية بتفادي تأثيرات الأدوية المضادة للسرطان، استنادًا إلى سكوت باورز، المتخصّص في علم وراثة السرطان في كولد سبرينج هاربور، الذي يضيف قائلًا: «سيكون من الجميل أن تعرف ما الذي يحدث من الناحية الكيميائية الحيوية داخل الخلايا، وما الذي يجعلها تسلك سلوكها».

تسعى إيجبلاد حاليًا إلى دمج الأدوات البيوكيميائية والوراثية في عملها التصويري. وستبدأ عما قريب في إطلاق مشروع جديد لتتبُّع تاريخ مجموعات فرعية مختلفة من الخلايا في أورام الثدي لدى الفأر مع نموها لعدة أسابيع. وفي نهاية التجربة، سيقوم فريقها باستئصال الأورام، ووضع التسلسل الجينومي للخلايا الفردية. والهدف من هذا هو الربط بين التأثيرات الجينية والسلوكيات الخلوية ـ كالنمو السريع، أو مقاومة الأدوية ـ في مناطق مختلفة من الورم. كما يخطط الفريق أيضًا لتصوير نشاط جينات السرطان الرئيسة في الفئران مع نمو الأورام.

يمثل المشروع الجديد بالنسبة إلى إيجبلاد فرصة للعودة إلى الأسئلة التي قادتها أوّلًا إلى التصوير أثناء الحياة: ماذا عن ماهية التطور المشترك بين المكونات المختلفة للورم وبيئتها؟ يقول باورز إن العمل مع إيجبلاد ومشاهدة الأفلام التي أعدَّتها ساعداه ليرى كيف يمكن لبيئة الورم ـ وليس عناصره الجينية فقط ـ أن يؤثِّرا على السرطان. ويقول: «كيف يمكن أن تكون بدون تأثير؟! إنك تسجِّل أمورًا لم يسبق تسجيلها». ■

كوري لوك محرِّرة لصالح «نيتشر» في كمبريدج، ماساتشوستس.

1. Wyckoff, J. B. *et al. Cancer Res.* **67,** 2649–2656 (2007).
2. Roh-Johnson, M. *et al. Oncogene* http://dx.doi.org/10.1038/onc.2013.377 (2013).
3. Robinson, B. D. *et al. Clin. Cancer Res.* **15,** 2433–2441 (2009).
4. Nakasone, E. S. *et al. Cancer Cell* **21,** 488–503 (2012).
5. Ritsma, L. *et al. Sci. Transl. Med.* **4,** 158ra145 (2012).



أول ضوء

لقد استنفد الإشعاع المتبقي من الانفجار العظيم ما يمكن أن يكون سره العظيم الأخير عن الكون المبكِّر، إلا أن الفلكيين مصرُّون على استخلاص المزيد من هذه الجائزة الكونية الابتدائية.

جُوَان بيكر

لم يكن علماء الكون ينتظرون هدية أفضل في الذكرى السنوية. فبعد 50 عامًا تقريبًا من يوم أول اكتشاف لِوَهَج ما بعد الانفجار العظيم ـ وهو وميض خافت من فوتونات طويلة الموجة تُعرف بخلفية الأمواج المكروية الكونية cosmic microwave background (CMB) ـ انبهر علم الفلك بما يمكن أن يكون آخر اكتشاف جوهري من ذلك الإشعاع.

في 17 مارس الماضي، أعلن الفلكيون أن كاشفَ أمواج مكروية في القطب الجنوبي قد سجَّل أول إشارات لـ«الأنماط B» من حقبة الكون الابتدائية: أنماط دقيقة دوّامِية في بيانات خلفية الأمواج المكروية الكونية تركت بصماتها أثناء التاريخ المبكر للكون. واستُقبلت النتيجة على أنها دليل مباشر على موجات الجاذبية، وهي تموُّجات في نسيج الزمان والمكان، نجمت عن «تضخم» مفاجئ للكون، حصل بعد مدة ضئيلة من الانفجار العظيم.

أشعل أكثر الأسئلة جلاء ـ هل إشارة النمط B حقيقية؟ ـ شرارة سباق بين فِرَق العمل التي تشغِّل التليسكوبات الموجودة على الأرض، وفي الفضاء، والمحمولة على المناطيد. يقول عالم الفلك التجريبي أمبر ميلَّر، من جامعة كولومبيا بمدينة نيويورك: « تسمى هذه اللعبة بالإثبات».

فإذا كانت النتائج إيجابية، وكثير من العاملين في هذا الحقل يعتقدون ذلك، فسينتقل الاهتمام إلى الجبهة التالية. فالعلماء يرغبون في رؤية حقبة جديدة من علم فلك النمط B الذي يمكن أن يحصِّل قياسات لتلك الأنماط أكثر شمولًا وأعلى دقة. ومن خلال بيانات من هذا النوع، يأمل الباحثون في الوصول إلى الماضي الغابر من الزمن؛ من أجل تحقيق فهْم أفضل للحظات الكون الأولى، إضافة إلى فهْم طريقة تكوُّن المجرات وتجمُّعها معًا في أعقاب الانفجار العظيم. ويمكن أن تساعد بيانات النمط B على كشف أصول العوامل المبهمة، مثل المادة المظلمة، والطاقة المظلمة التي تتحكَّم في شكل الكون ومصيره.

يقول جورج إفستاثيو، عالِم الفلك بجامعة كمبريدج في المملكة المتحدة: « لقد كانت خلفية الأمواج المكروية الكونية أفضل نافذة لنا للإطلال على الكون المبكر إلى حدٍّ بعيد، إلا أنه ليس ثمة ضمانة لحقبة جديدة غنية من النمط B. فالتمويل شحيح، والتنسيق فيما بين أعمال الرصد القائمة ضعيف، والأجهزة المتاحة محدودة. وأكثر

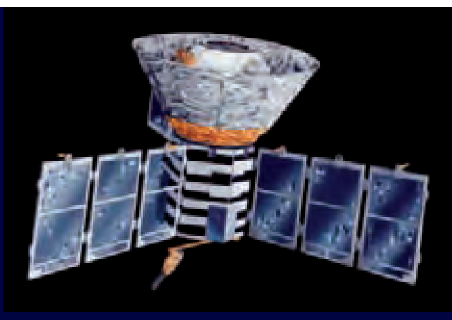
1964, NASA; 1990, NASA/COBE SCIENCE TEAM; 1992, NASA

50 عامًا من الاكتشافات

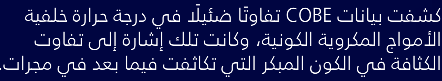
بعد نصف قرن من اكتشاف الفلكيين لخلفية الأمواج المكروية الكونية أول مرة، تبقى تلك الأمواج أنقى نافذة لديهم للإطلال على الكون المبكر.



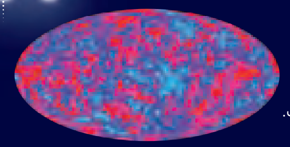
1964
آرنو بنزياس، وروبرت ويلسون يكتشفان إشعاع خلفية الأمواج المكروية الكونية، ويقيسان درجة حرارتها التي وجداها تساوي 3 كلفن تقريبًا.



1990
قمر ناسا الصناعي "مستكشف الإشعاع الكوني COBE" يقيس خلفية الأمواج المكروية الكونية من الفضاء، ويحدِّد درجة حرارتها بـ 3 كلفن.



1948–1946
تنبَّأ عدة علماء بأن الكون يجب أن يكون ممتلئًا بإشعاع متبقٍّ من الانفجار العظيم، وأن درجة حرارته تساوي بضعة كلفنات فقط.



1992
كشفت بيانات COBE تفاوتًا ضئيلًا في درجة حرارة خلفية الأمواج المكروية الكونية، وكانت تلك إشارة إلى تفاوت الكثافة في الكون المبكر التي تكاثفت فيما بعد في مجرات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من ذلك.. أن النظريين ما زالوا يحتاجون إلى التحديد الدقيق لما يمكن أن تنجلي عنه الرؤى الجديدة لخلفية الأمواج المكروية الكونية، حتى إن الباحثين في خلفية الأمواج المكروية الكونية ـ وهم يحتفلون باكتشاف هذا العام ـ يشعرون بالقلق على مستقبل حقلهم. والقرارات التي سوف تُتَّخذ خلال البضعة الأشهر القادمة ستُحدِّد إنْ كان الفلكيون يمكن أن يأملوا في تحقيق الوعد العلمي الذي تنطوي عليه هذه الرؤية الجديدة خلال العقد القادم، أم ما يزيد عليه.

الأيـــام الأولـى

كان اكتشاف الوميض الذي أعقب الانفجار العظيم مصادفةً سعيدة، وذلك عندما عزم آرنو بنزِياس وروبرت ويلسون، وهما فلكيان لدى مختبرات بل في هولمدِل بنيوجيرسي، على وضع خريطة للإشعاعات الراديوية الواردة من درب التبانة. وفي 20 مايو من عام 1964، لاحظا إشارة خافتة بدت قادمة من كل الاتجاهات. افترضا أنها شيء مصطنع من مصدر محلي ما، إلى أنْ قادتهما محادثة مع زميل لهما إلى استنتاج أن الإشعاع لم يكن أرضيًّا، بل كان كونيًّا.

عرف بنزياس وويلسون أن العلماء النظريين قد تنبَّأوا منذ مدة طويلة بإشارة من هذا النوع: لقد كانت دليلًا قويًّا لمصلحة نظرية الانفجار العظيم، التي تنص على أن الكون انفجر ليظهر إلى الوجود في لحظة ما من الماضي، بدلًا من أن يكون موجودًا منذ الأزل في «حالة مستقرة» غير متغيِّرة. وبرصدها، أثبت بنزِياس وويلسون أن الكون كان في الماضي أعلى حرارةً بكثير مما هو عليه اليوم. وكانت الفوتونات التي سجَّلاها قد انطلقت بعد الانفجار العظيم بنحو 380،000 سنة، عندما بردت كرة النار الكونية المتوسِّعة بقدر كاف للإلكترونات والبروتونات لتتجمَّع معا وتكوِّن ذرات هيدروجين. وبقيت الفوتونات في حالة انتشار منذئذ، آخذة في البرودة مع توسُّع الكون، وحافظة لمشهده في لحظة تحرُّرها (انظر: «50 عامًا من الاكتشافات»).

في عام 1990، أجرى قمر ناسا الصناعي «مستكشف الخلفية الكونية» Cosmic Background Explorer (COBE) أول قياس دقيق لدرجة حرارة خلفية الأمواج المكروية الكونية ـ 2.725 كلفن ـ وبيَّن أن هذه القيمة تبقى نفسها في جميع الاتجاهات، وهذا ما ينطوي على أن البلازما الكونية الابتدائية كانت متجانسة[1] أيضًا.

وبعد ذلك بقليل، تبيَّن أن خلفية الأمواج المكروية الكونية لم تكن ناعمة تمامًا. ففي عام 1992، وجد علماء مستكشف الخلفية الكونية أن درجة حرارتها تتفاوت عبر السماء بنحو جزء واحد من 100،000 (المرجع 2). وتبيَّن أيضًا أن تلك التباينات الضئيلة توفِّر معلومات مهمة عن تطوُّر الكون. فالبقع الساخنة والباردة تعبِّر عن تغيُّرات في كثافة الغاز حينما تحرَّرت فوتونات خلفية الأمواج المكروية الكونية. ويعتقد معظم علماء الكون أن الجاذبية ضخَّمت فيما بعد هذه التفاوتات، جاذبةً المناطق التي هي أعلى كثافةً إلى بعضها؛ لتكوين المجرات ومجموعات المجرات.

يقول مارك كاميونكووسكي ـ عالِم الكون لدى جامعة جونز هوبكينز في بالتيمور، ميريلاند ـ إن رؤية التباينات ألهمت العلماء النظريين أيضًا. المثال البارز على ذلك كان إدراكهم أن البقع الدافئة والباردة في خلفية الأمواج المكروية الكونية تتصف بمقاسات مميَّزة تحدَّدت بأمواج هائلة من الضغط والكثافة، دوَّت أصداؤها في أرجاء الكون الوليد على غرار أصداء توافق الصوت داخل آلة (الكمان) الموسيقية. وتمكِّن هذه الترددات المهيمنة، أو القمم الصوتية ـ في خلفية الأمواج المكروية الكونية الفلكيين ـ من استخلاص كثير من خواص الكون الفيزيائية. فعلى سبيل المثال.. يبلغ مقاس أعلى قمة ـ أي تلك التي تمثِّل أقوى توافق ـ نحو 1°، أو نحو ضعف قطر القمر البدر. وهذا يساوي تمامًا ما هو مُتوقَّع، إذا كان الكون المتوسِّع مسطَّحا هندسيًّا. ولذا.. لا تتقاطع أشعة الضوء المتوازية أبدًا وهي تنتشر عبر الفضاء. ويُمكِّن موقع القمة الثانية مع شدتها النسبية ـ عند 0.4° تقريبًا ـ الفلكيين من استنتاج أن المادة العادية ـ أي النوع الموجود في الذرات والكواكب والنجوم ـ تمثِّل أقل من 5% من المادة الكونية الكلية. ويتمثَّل كل شيء آخر في مادة وطاقة مظلمتين غير مرئيّتين.

أنمـــاط الاسـتـقـطـاب

دخل بحث خلفية الأمواج المكروية الكونية طورًا جديدًا قبل عقد من السنين، مع ظهور كواشف حساسة بقدرٍ كافٍ لقياس استقطابها، أي اتجاه الاهتزاز ضمن الفوتونات الواردة من كل نقطة من السماء. ينشأ الاستقطاب في خلفية الأمواج المكروية الكونية من تبعثر الفوتونات عن إلكترونات جوّالة حرة في البلازما الكونية، وقد كان المردود العلمي الذي يمكن الحصول عليه من قياسه هائلًا: أحد المكوِّنات ـ وهو أنماط B الدوَّامة ـ يضمن إعطاء الفلكيين أول دليل مباشر على أن الكون خضع لنوع قاسٍ من التضخُّم عندما كان عمره ما بين 10^{-36} و 10^{-32} ثانية. وقد طرح العلماء النظريون تلك الفكرة في وقت مبكر من ثمانينات القرن العشرين؛ بُغْيَةَ تفسير نعومة الكون عند المقاسات الكبرى، وتسطُّحه هندسيًّا[3]. فالتوسُّع السريع الذي نما الكون في أثنائه بعامل لا يقل عن 10^{26}، يمكن أن يكون قد مهَّد معظم الشذوذ، وسطَّح أي انحناء. والشذوذ القليل المتبقي ـ المرئي على شكل تباينات في درجة حرارة خلفية الأمواج المكروية الكونية ـ هو بقايا مضخَّمة جدًّا من التفاوت الكمي الضئيل الموجود في الطاقة، لكنّ ذلك بقي نظريًّا برمته، إلى أن طوَّر الباحثون المقدرة على قياس الأنماط B. وقد تطلَّب ذلك منهم إيجاد طريقة لكشف إشارة ضئيلة، حجبتها بسهولة الإشعاعات المستقطِبة الواردة من الغبار والحقول المغناطيسية في مجرتنا. ولم يُعلَن أول اكتشاف حتى عام 2013 (المرجعان 4 و5)، وحتى حينئذ، أُجريت القياسات ضمن مجال زاويٍّ صغير، تكون عنده أنماط الاستقطاب مشوَّهة بالحقول الجاذبية للمجرات الموجودة أمام خلفية الأمواج المكروية الكونية.

جاءت الجائزة الحقيقية في شهر مارس، عندما أعلن الفلكيون ـ الذين يعملون بالكاشف BICEP2 في القطب الجنوبي ـ أنهم قاسوا أنماط B ضمن مجال يساوي نحو 1o، وهو مجال كبير بقدر كاف لإبعاد الإشارة عن المجرات الحاجبة لها، ولسبر أنماط الاستقطاب الأساسية التي من مثل تلك التي تنشأ من موجات جاذبية تضخمية[6].

بعد تلك السنين العديدة من البحث عن أنماط B التضخُّمية، أثارت نتائج BICEP2 نشوة عارمة ضمن مجتمع علماء الكون. يقول عالِم الكون التجريبي شاول هناني لدى جامعة مينسوتا في مينّيبوليس: «لقد حقنت كثيرًا من الأدرينالين في مساعينا». وكانت هناك أُحجية جاءت أيضًا مع تلك الإثارة. فالأنماط التي اكتشفها BICEP2

1999, BOOMERANG/NASA/NSF; 2013, ESA/PLANCK COLLABORATION

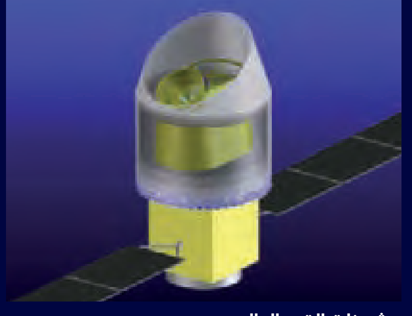
2014, STEFFEN RICHTER/HARVARD UNIV.; 2020S, LITEBIRD



1999
تُوَظِّف الكواشف المحمولة على المناطيد تفاوت خلفية الأمواج المكروية الكونية بدقة كافية للعلماء، لإجراء تحليل إحصائي يكشف عن معلومات عن هندسة الكون ومحتواه من الطاقة.

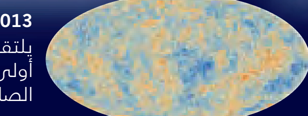


2014
تكشف تجربة BICEP2 في القطب الجنوبي دليلًا قويًّا على موجات الجاذبية في استقطاب خلفية الأمواج المكروية الكونية.



عشرينات القرن الحالي
الجيل القادم من مراصد خلفية الأمواج المكروية الكونية يمكن أن يستعمل الإشعاع لتعقُّب تطور المجرة، وسَبْر أبكر لحظات الكون.

2003
مسبار ويلكنسون للتباينات في الأمواج المكروية التابع لـ«ناسا» (WMAP) يرسم خلفية الأمواج المكروية الكونية بمزيد من التفاصيل.



2013
يلتقط قمر أوروبا الصناعي «بلانك» أولى الإشارات إلى موجات الجاذبية الصادرة عن الكون الوليد.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كانت أقوى كثيرًا مما تنبَّأت به معظم النماذج. وهي تتجاوز حدودًا وضعها القمر الصناعي «بلانك» Planck التابع لوكالة الفضاء الأوروبية، والمتوقِّف حاليًا عن العمل، للدرجة التي يمكن لموجات الجاذبية أن تكون قد أسهمت بها في تفاوت درجة حرارة خلفية الأمواج المكروية الكونية. يقول إفستاثيو، وهو عضو في فريق بلانك العلمي: «لقد مثَّلت نتيجة BICEP2 صدمة لي إلى حد ما». ويقول: «أعتقد أن المحلَّفين ما زالوا هنا «للحكم على ما يعنيه ذلك، أو حتى إنْ كان حقيقيًّا.

في العام القادم، سوف تجري محاولة تأكيد الاكتشافات بنحو 6 تجارب في القارة القطبية الجنوبية وتشيلي. فأعضاء فريق BICEP2 يعملون على بناء تليسكوبين جديدين في القطب الجنوبي. وتشتمل مجموعة «كِكّ» Keck، الموجودة في العمل فعلًا، على كواشف عددها يساوي خمسة أضعاف عدد كواشف BICEP2، وهي تغطي مجالين تَرَدُّدِيَّين. أما الثانية، والمسماة BICEP3، فهي نسخة محدَّثة من الكاشف السابق ومبرمجة للبدء في تجميع البيانات في شهر ديسمبر من عام 2014. وقد تحلِّق تجهيزات تجربة أو تجربتين ـ محمولتين على منطاد وتموِّلهما الولايات المتحدة ـ أيضًا فيما بعد من هذا العام من محطة ماكموردو في القارة القطبية الجنوبية. وقد أُلغيت تحليقات السنة الماضية، بسبب إيقافها من قِبَل حكومة الولايات المتحدة.

وعلماء الكون توَّاقون جدًّا لرؤية مجموعة بيانات بلانك الكاملة، المخطط نشرها في الخريف القادم، وهي استكشافات سوف تتضمن خرائط استقطاب. من مزايا بلانك أنه يرصد مجالًا ترددياً أوسع من ذاك الممكن رصده في التجارب الأرضية أو المحمولة على منطاد، لأن تلك التجارب لا تستطيع قياس ترددات الإشعاع، إلا ضمن مجالات ترددية ضيقة فقط، لا يمتصها بخار الماء الموجود في الجو. وسوف تعطي مقدرة بلانك المحسَّنة على الرؤية علماء الفلك ثقة كبيرة في استبعاد الاستقطاب الأمامي الناجم عن مجرتنا. وبدلًا من أن يكون الرصد مقتصرًا على الجزء المرئي من السماء من ارتفاع معين، يتوفر لبلانك مشهد بلا عوائق.

وإذا أكَّد بلانك نتائج BICEP2؛ احتفلنا بذلك. وإذا لم يؤكِّدها؛ وجب على علماء الكون تفسير الاختلاف، وتلك مهمة صعبة. وأحد الأمثلة على ذلك هو أنه يجب أن يكون لموجات الجاذبية القوية ـ التي من مثل تلك التي سجلها BICEP2 ـ مفعول ملحوظ في القمم الصوتية، لكن بيانات بلانك المحدودة المتوفرة حاليًا لم تُظهِر دليلًا على ذلك.

يقول إفستاثيو متعجبًا: «كيف يمكنك استيعاب ذلك؟ إنّ الأفكار المطروحة حتى الآن تبدو مختلَقة». أما كاميونكووسكي، فهو متفائل، وأكثر صبرًا، إذ يقول: «قد نحتاج إلى سنين طويلة، كي نعرف ما هي النماذج الواعدة، وكيف نميِّز بينها».

الجيـل القـادم من التجـارب

في غضون ذلك، يُركِّز معظم علماء خلفية الأمواج المكروية الكونية اهتمامهم في تطوير قدراتهم على قياس الأنماط B. فعلى سبيل المثال.. ثمة كثير من النظريات عن كيفية حصول التضخُّم، وكل منها يقدِّم تنبُّؤاته عن كيفية توزُّع الأنماط B الخاصة بموجات الجاذبية في السماء. ومقدرة الفلكيين على قياس الأنماط B عند أكبر المقاسات سوف تمكِّنهم من استبعاد النظريات واضحة الخطأ.

وعند المقاسات الأصغر، تتصف الأنماط B بالحساسية لطريقة توزُّع الكتلة في أرجاء الكون، ولكيفية نمو تجمُّعات المجرات الهائلة مع مرور الزمن. وإشارة من ذلك النوع يمكن أن تساعد الفلكيين على تطويع المجاهيل الكونية العنيدة، ومنها طبيعة الطاقة المظلمة- تلك القوة الغامضة التي تسبب تسارع توسُّع الكون- وماهية جسيمات المادة المظلمة غير المرئية التي تتألف منها معظم كتلة الكون.

وعند ضم خرائط الأنماط B إلى مسوح الهيدروجين عبر الكون، يمكن أن تسمح للمراقبين بسبر الحقبة التي أطلقت فيها أولى النجوم والمجرات إشعاعاتها المؤيِّنة. فتَبعثُر الإلكترونات من تلك الحقبة يجب أن يكون قد ترك أثرًا كبيرًا على استقطاب النمط B في خلفية الأمواج المكروية الكونية.

إن من المؤسف أن يقيِّد التمويل المحدود الخيارات إزاء ما سوف يحصل فيما بعد. فقد أُلغي منافس بريطاني لـBICEP2 في عام 2009 (انظر: *Nature* http://doi.org/fnsdc3; 2009) عندما كان مجلس تمويله يكافح من أجل تحقيق التزاماته تجاه هيئات دولية، مثل CERN، أي مختبر فيزياء الجسيْمات الأوروبي بالقرب من جنيف في سويسرا. وفي أثناء ذلك، ركَّزت أوروبا برمّتها برنامجها لبحوث خلفية الأمواج المكروية الكونية في بلانك كليًّا تقريبًا. وتلك سياسة يصفها إفستاثيو «بالخطيئة الكبيرة». فنظرًا إلى انعدام وجود مهام جديدة للعمل بها، وإلى قلة الأنشطة على الأرض، فإن ثمة قلقًا من أن مئات الحاصلين على شهادة الدكتوراة والطلاب سوف يضطرون إلى الانتقال إلى مجالات عمل أخرى عندما ينتهي برنامج البحث.

وفي الولايات المتحدة، يضيع العمل في خلفية الأمواج المكروية الكونية في متاهات لجان تقديم المنَح. فأنشطة الفضاء والمناطيد لدى ناسا تتنافس على المهام الكوكبية وعلى الأشعة السينية الفلكية، وتتطلَّع نُظُم الرصد المتوضِّعة على الأرض إلى تجارب فيزياء الجسيمات لدى وزارة الطاقة، وهيئة العلوم الوطنية. وتساعد التبرعات الخيرية من مُؤسَّستي «كِكّ» keck و«سايمونز» Simons وغيرهما على سد الفجوة.

وهناك حلّ اقترحه بعض الفلكيين، ينطوي على خفض عدد تجارب خلفية الأمواج المكروية الكونية الأرضية، وذلك بإلغاء متشابهة الأغراض منها. ويجادل منتقدو تجارب خلفية الأمواج المكروية الكونية الأرضية بأنها نادرًا ما تُشارك الغير في بياناتها، وهذا ما يُحبط الدعوات إلى مزيد من المشروعات فيها. يقول جين لوب بوجيه ـ الفلكي لدى جامعة جنوب باريس والباحث الرئيس في فريق بلانك ـ إن على معظم مهمات الفضاء العلمية أن تجعل بياناتها متاحة للجميع، «وعلى التجارب الأرضية أن تفعل ذلك أيضًا»، إلا أن آخرين يحتجون بأن التجارب الأرضية أرخص، وأن التنوُّع من مصلحة العمل في هذا الحقل، لكن الشيء الذي يوافق عليه الجميع هو أن الدافع العلمي لمهمة فضائية أخرى حول خلفية الأمواج المكروية الكونية غير قابل للمقاومة. والمساعي جارية على قدم وساق لتحقيق ذلك بعد عام 2020.

إنها قد تكون معركة شاقة. فلم يُصنَّف مسبارٌ واحد خلفية الأمواج المكروية الكونية على أنها عالية الأهمية في استطلاع عام 2010 الذي تُجريه «ناسا» كل عشر سنوات، وهو مراجعة مجتمعية تحدِّد الأولويات العلمية لانتقاء المهام المستقبلية، إلا أن إحدى الفقرات فيه قد أوصت بمراجعة ذلك في منتصف العقد في حالة اكتشاف أنماط B. وبعد BICEP2، طالبت مجموعة العاملين الأمريكيين في خلفية الأمواج المكروية الكونية ـ التي يقودها هناني وجامي بوك لدى مختبر الدفع النفاث في باسادينا بكاليفورنيا ـ بضرورة إعادة النظر في هذه المهمة، وتحويل التمويل إليها من مهام قائمة تعاني من التأخير.

> «قد نحتاج إلى سنين طويلة، كي نعرف ما هي النماذج الواعدة، وكيف نميِّز بينها».

ويقترح تجمُّعٌ للمجربين الأمريكيين متابعة التجارب الحالية في تليسكوبي القطب الجنوبي، وأتاكاما. ويمكن لهذا البرنامج المعروف بـ CMB-S4 أن يشتمل على مئات الآلاف من الكواشف، وأن يدخل حيِّز التنفيذ بعد عام 2020 إذا أُعطي أفضلية عالية في مراجعة فيزياء الجسيمات التي تُجرى حاليًا لدى وزارة الطاقة، وهيئة العلوم الوطنية. ويمكن أن يكون ثمة دور للمناطيد.. « فهي تضمن برنامجًا متماسكًا»، وفقا لقول هناني.

وفي أوروبا، لم تختَر وكالة الفضاء الأوروبية خلفًا عالي الميْزة لبلانك حتى الآن، إلا أنه يجري تحضير مهمة منقحة؛ لعرضها ضمن المجموعة القادمة من المقترحات. وإذا قُبِلت؛ فمن الممكن أن تُطلَق في منتصف عشرينات القرن الحالي، إلا أن المقترحات التي من هذا القبيل غالية وصعبة التحقيق، وفقًا لقول إفستاثيو. إن «تبسيط الأمور» هو لسان حاله. إنه يرغب في أن يرى مهمة صغيرة مخصَّصة لرصد الأنماط B عند مقاسات زاويَّة كبيرة، وبذلك يكون قد استهدف بصمة موجة الجاذبية وحدها. وفي النهاية، يمكن أن تحصل تجربة BICEP2 في الفضاء، وفقًا لقول بيتر إيد من جامعة كارديف في المملكة المتحدة، الذي صنع كواشف لتجارب أرضية ولبلانك. إن التكنولوجيا ناضجة، ولذا.. يرى أن هذه المهمة يمكن أن تكون جاهزة في غضون خمس سنوات.

ويمكن لمقترح قمر صناعي بقيادة يابانية، يُسمى LiteBIRD، أن يكون مهمة مماثلة، إذ يمكن لهذا المشروع ـ الذي اقترحه فيزيائيون من اليابان بالتعاون مع مجربين من الولايات المتحدة وألمانيا وكندا ـ أن يُقلع في بدايات عشرينات هذا القرن إذا حصل على تمويل بنحو 100 مليون دولار أمريكي. وفي غضون ذلك، يُطوِّر الباحثون نسخة تجريبية أرضية تُسمى GroundBIRD.

وبرغم كل الارتيابات المخيِّمة على المستقبل، فإن علماء خلفية الأمواج المكروية الكونية متفائلون. يقول إفستاثيو: «لقد كانت الطبيعة كريمة معنا بتقديمها هذه الرؤية الواضحة للكون المبكر لنا. وتلك هدية.. علينا استغلالها إلى أبعد حد ممكن». ■

جُوَان بيكر محررة التحقيقات لدى «نيتشر».

1. Mather, J. C. *et al. Astrophys. J.* **354,** L37–L40 (1990).
2. Smoot, G. F. *et al. Astrophys. J.* **396,** L1–L5 (1992).
3. Guth, A. H. *Phys. Rev. D* **23,** 347–356 (1981).
4. Hanson, D. *et al. Phys. Rev. Lett.* **111,** 141301 (2013).
5. The POLARBEAR Collaboration Preprint at: http://arxiv.org/abs/1403.2369 (2014).
6. BICEP2 Collaboration Preprint at: http://arxiv.org/abs/1403.3985 (2014).

الطريقة المثلى لبناء خَلِيَّة

يحدِّثنا خبراء عن أكبر العقبات التي تعترض طريق البيولوجيا التخليقية من المصطلحات إلى ثغرات المعرفة وكيف يمكن التغلب عليها.

ILLUSTRATIONS BY THOMAS POROSTOCKY

جيمس جيه. كولينز

فليدخل علماء الأحياء

أستاذ الهندسة الطبية الحيوية،
جامعة بوسطن

تُوصَف البيولوجيا التخليقية في كثير من الأحيان بأنها المجال الذي يتعاون فيه علماء الأحياء مع المهندسين لبناء دوائر جينية؛ لتحقيق وظيفة ذات فائدة. في الواقع، عدد علماء الأحياء العاملين بهذا المجال قليل نسبيًا، وهذا ما يعوق تقدمه. نحن لا نعرف بعد ما يكفي من عِلْم الأحياء لنجعل مجال البيولوجيا التخليقية فرعًا من فروع الهندسة، يمكن التنبؤ بنتائجه.

لقد تسببت النزعة الهندسية لمجال البيولوجيا التخليقية في تحقيق إنجازات مبهرة، منها المجسّات الحيوية التي تعمل على مستوى خلية كاملة؛ والخلايا التي تقوم بإنتاج عقاقير مقاومة للملاريا؛ والفيروسات البكتيرية المصمَّمة لتدمير الرقاقات الحيوية الخطرة، العصية على التدمير.

لتصميم النماذج آنفة الذكر، يتم تدريب المهندسين على رسم النماذج كصناديق سوداء، مع ربط المدخلات والمخرجات بصورة مجردة. يستطيع أولئك المهندسون عادةً التحكم في نظام ما، دون فهمه بشكل كامل، ولكن مشروعات البيولوجيا التخليقية عادةً ما تتعطل حين تحاول الهندسة أن تتغلَّب على تعقُّد الأحياء.

وسوف يستفيد مجال البيولوجيا التخليقية بشكل كبير من الفهم الأعمق لآليات عمل النظم الحيوية. فتلك الطرق قد وفرت بالفعل نظرة أعمق لكيفية سير العمليات المنظمة في الخلية بسبب زخم التعبير الجيني. تقوم البيولوجيا التخليقية أيضًا بإثراء علم الأحياء، حيث تساعد في إيضاح كيف يمكن لمنتج جينٍ ما أنْ ينشِّط أو يثبِّط عملية التعبير الخاصة به، وبالتالي يسمح للخلايا بالتنقُّل بين حالات مستقرة. ولا يزال هناك الكثير الذي يمكن اكتشافه.

على مدى العقد المنصرم، أصبح الكثير من المهندسين مهتمين بـ«ممارسة علم الأحياء». ورغم أن علماء الأحياء لم يستشعروا الحاجة إلى «ممارسة الهندسة»، فإنه يجب على كلٍّ من المهندسين وعلماء الأحياء أن يتعلموا كيفية التعلُّم من بعضهم البعض.. يجب علينا أن نتغلب على الاختلافات الثقافية والتحيزات المسبقة.. يجب علينا أن نعبر إلى ما وراء التعليقات ◄



«القبلية» على غرار «حسنًا، إنها ليست مختصة بعلم الأحياء»، أو «تلك ليست هندسة». سيستغرق هذا وقتًا، وسيتطلب توعية، وإعادة تدريب، ولكنّ العائد سيكون مشاركة جادة وهادفة أكثر في كلا المجالين: الأحياء البحتة، والتقنية الحيوية.

ماري ماكسون
الاتفاق على تعريف

مديرة وحدة التخطيط الاستراتيجي وتطوير العلوم الحيوية، معمل لورانس بيركلي الوطني

لا يستطيع الباحثون، والمشرّعون، والمستهلكون، والنُّقّاد في الولايات المتحدة الاتفاق على ما إذا كانت البيولوجيا التخليقية فرعًا جديدًا من فروع الهندسة، أم امتدادًا للتقنية الحيوية. ويدور جدلٌ الآن حول ما إذا كان عالِم الوراثة كرايج فنتر قد قام بخلق حياة صناعية باستخدام البيولوجيا التخليقية ، أم أن ذلك المصطلح هو مجرد اسم آخر للهندسة الوراثية. هذا الغموض يزيد من تعقيد النقاشات بين العلماء، ويعوق صانعي السياسات، ويعرقل الجهود الرامية إلى تمويل أبحاث البيولوجيا التخليقية ، ويعطِّل وضع قواعد ضابطة قد تسهم في بناء الثقة لدى العامة.

إنّ التقنيات حديثة الظهور التي لها تعريفات محددة حازت على دعم فيدرالي ملحوظ، من حيث التمويل المادي والسياسات. فعلى سبيل المثال.. من المتوقع أن يتلقى برنامج بحوث وتطوير الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات ـ وضعه الكونجرس في عام 1991 ـ دعمًا ماليًا قدره 3.8 مليار دولار أمريكي في عام 2015، بينما يمكن لمبادرة تقنيات النانو الوطنية، التي وُضِعت في عام 2001، أن تتلقى 1.5 مليار.

هناك اهتمام بالفعل لدى الحكومة الفيدرالية بمجال البيولوجيا التخليقية ، ففي «خطة عمل الاقتصاد الحيوي القومية» (*National Bioeconomy Blueprint*)، أدرجت إدارة الرئيس باراك أوباما البيولوجيا التخليقية كواحدة من التقنيات القليلة التي قد يكون للاستثمار الفيدرالي فيها عائد اقتصادي من خلال التقدم العلمي. شملت التطبيقات العملية مجالات الصحة، والبيئة، والطاقة، والغذاء. وفي نوفمبر 2013، طالب الكونجرس الجمعية الكيميائية الأمريكية ببيان موجز يشرح باختصار كيف يمكن للبيولوجيا التخليقية أن تعزِّز من الرخاء الاقتصادي والصحة، وكان قد طالب من قبل ـ ضمن قانون المخصصات المالية لعام 2012 ـ وزارة الطاقة بتقديم خطة لتقييم المجال.

بدون إجماع على تعريف دقيق لماهيّة البيولوجيا التخليقية ، سيكون من الصعب وضع سياسات سليمة. وإذا كانت البيولوجيا التخليقية هي نفسها التقنية الحيوية، فهي مدعومة بالفعل ببرامج أخرى، وبالتالي لا تحتاج إلى جهود فيدرالية منسَّقة واسعة النطاق. ومن المرجَّح أيضًا ألّا ينال المجال دعم الكونجرس إذا كانت نظرة العامة إلى البيولوجيا التخليقية تعتبرها «غير طبيعية وصناعية»، ومضارّها أكثر من نفعها، حسبما وجد استطلاع رأي أُجري في مارس 2013 (انظر: go. nature. com/xlkfmk).



يجب على العلماء الأمريكيين أن يطبِّقوا تجربة المجموعة الإنجليزية المنسقة لخريطة طريق البيولوجيا التخليقية ، التي نشرت تقريرها في يوليو 2012 (انظر: go.nature.com/yneivc). وبعدها بعام واحد، أعلن وزير البحث العلمي في بريطانيا عن تخصيص 60 مليون جنيه إسترليني (101 مليون دولار أمريكي) كدعم جديد لهذا المجال.

آندي إلينجتون
«سحرة حَيَوِيُّون» أصدقاء للبيئة

أستاذ الكيمياء الحيوية، جامعة تكساس في أوستن

يُعَدّ التحدي الأكبر أمام البيولوجيا التخليقية هو كيف تمتد إلى ما هو أبعد من المشروعات التي تهدف إلى منتجات، أو كائنات، أو عمليات منفردة. وما يحدث الآن هو أنّ أغلب التطبيقات تقوم على هندسة بكتيريا تبدأ بناء الجلوكوز، وتنتهي بتحويله إلى وقود حيوي، أو مواد كيميائية دقيقة، مثل فانيلين، أو أرتميسينين. قد يساعدنا منظورٌ أشمل على بناء اقتصاد أكثر «خُضرةً»، (صديق للبيئة)، تنتج فيه كائنات أكثر مجموعة أوسع من المواد الكيميائية.

تُعَدّ صناعة الكيماويات أعجوبة في الكفاءة، إذ تأخذ المواد الخام ـ مثل البترول ـ وتحوّلها إلى نطاق واسع من المنتجات، مثل البلاستيك، والمنتجات الدوائية. يحدث ذلك بشكل جزئي، لأن المواد الأوّلية يمكنها التحول عبر عدة تفاعلات واسعة النطاق، وقد تَمّ تحسين المحفزات والعمليات المشتركة بها على مدار عقود؛ لتكون على النحو الأمثل.

إنّ البيولوجيا التخليقية يمكنها أن تفتح الباب للاستخدام واسع النطاق لمصادر الكربون، من سيلولوز الخشب إلى الفحم. هذا «السحر الحيوي» التركيبي يمكن أن يعيد تصميم العناصر الأساسية للحياة؛ ليستفيد من وفرة مصادر المركبات الوسيطة التي كانت نادرة في السابق، مثل المركب الأوّليّ للنيلون أديبيت، الذي يُستخدم لتركيب المضادات الحيوية. والهندسة الأيضية قادرة بالفعل على عمليات تركيب تستخدم الجلوكوز، أو أي مصدر كربوني معروف

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كمصادر أولية، لكن الاستزراع المشترك للكائنات المعدلة تركيبيًّا سيجعل تلك العمليات أكثر كفاءة. وقد تسمح أيضًا القدرة على هندسة كائنات بناء ضوئي باستخدام الضوء كمصدر رئيس للطاقة، وثاني أكسيد الكربون كمصدر رئيس للكربون.

ولكي تدخل الكائنات المهندَسة مجال الصناعات الكيماوية، يجب على المجال تنويع العائل، واكتساب معرفة أعمق بالتمثيل الغذائي والنظام البيئي، حتى يمكن تصميم ميكروبات يمكنها التعامل مع مواد أولية أشمل من السكريات البسيطة التي تستخدمها حاليًا. إنّ العديد من نوايا التوحيد القياسي ـ التي كانت حتى الآن السمة المميزة لمجال البيولوجيا التخليقية ـ ستذهب أدراج الرياح، وسيصبح التصنيع معتمدًا على فئة جديدة من «الوسطاء» الذين يقومون بربط مواد أوّلية وكائنات متنوعة عن طريق كيمياء جديدة **(إسهام إضافي من هال ألبر وريتشارد موراي).**

مارتن فوسينيجر

أدوات لخلايا الثدييات

أستاذ التقنية الحيوية والهندسة الحيوية، المعهد السويسري الفيدرالي للتكنولوجيا، زيوريخ

كيّ تكون البيولوجيا التخليقية مفيدة في الطب، هناك حاجة إلى أدوات أكثر وأفضل للعمل مع خلايا الثدييات. فالأدوات المعتمدة المعروفة الآن للتعامل مع البكتيريا غير صالحة أو مطوَّرة بالدرجة الكافية للتعامل مع خلايا الثدييات (هناك تحديات مماثلة تواجه هندسة الخلايا النباتية).

لهندسة البكتيريا، يمكن للباحثين التحكم في عملية إعادة الاتحاد للقطع الجينومية، وكذلك تشكيل قطاعات كبيرة من الحمض النووي (مثل الإيبسومات والصبغيّات البكتيرية الصناعية) لنسخ وتنفيذ برامج وراثية جديدة. وبالنسبة إلى خلايا الثدييات، فإن صنع قطع كبيرة من الحمض النووي يشكل تحديًا، فضلًا عن جعل تلك القطع تتصرف بطريقة مناسبة داخل الخلية. تحتوى معظم خلايا الثدييات على نسختين من الجينوم الخاص بها، ويتم التحكم في عملية التعبير الجيني للجينوم جزئيًّا عبر الآليات فوق الجينية: علامات كيميائية على الحمض النووي والبروتينات المرتبطة به. تحتوي خلايا الثدييات أيضًا على تركيبات متخصصة، تُسمى العُضَيّات، وهي مبرمجة لتَكَوِّن تجمعات منظمة، ولتعطى إشارة البدء لموت الخلية.

هذا يعني أن خلايا الثدييات أكثر تعقيدًا من الخلايا البكتيرية. ويمكن لخلايا الثدييات أن تُصمَّم بحيث تنفذ شبكة من التفاعلات الأيضية. تقوم تلك الشبكات التعويضية بوظائف أساسية، مثلها في ذلك كمثل الأعضاء التعويضية، كالساق، أو اليد. وبزرعها داخل الجسم، تقوم تجمعات الخلايا المصممة بمراقبة مستوى المواد الأيضية المرتبطة بمرض ما في الدم، وتنسيق إنتاج وإفراز مركب علاجيٍّ ما، كلما احتاج الجسم. وفي الفئران، نجحت مثل تلك النظم في درء أمراض معينة، كالنقرس، والسمنة.

في الحالة المثالية، يجب على تلك الشبكات التعويضية أن تتأقلم باستمرار مع احتياجات الجسم، لتتلافى عيوب الأقراص (وهي وحدات غير مرنة، تعطي المرضى ذوي الحاجات المختلفة جرعات أعلى أو أقل مما يحتاجونه بالفعل). ولتصميم خلايا تنتج فقط الكمية المناسبة من العقار في الوقت المناسب، يجب على الباحثين أن يتمكنوا من بناء أفضل لقطع من الحمض النووي، وأن يقوموا بتزويدها بالعلامات فوق الجينية المناسبة، وأن يتمكنوا من جَعْل كُلٍّ من الحمض النووي والتعديلات فوق الجينية تبقى حتى بعد انقسام الخلية. ومهما تعقّدت وتطورت الأدوات لدينا، فلن تستطيع البكتيريا القيام بتلك المهمة.

رون وايس

تصميم أوتوماتيكي أفضل

أستاذ الهندسة الحيوية، معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا

بينما يستمر خبراء البيولوجيا التخليقية في بناء أجزاء وراثية أكثر، نجد أن الوصول إلى تصميم كفء أصبح يشكل العائق الأبرز في طريقهم. ففي نظام ذي ثلاثة أجزاء، هناك عديد من التراكيب المحتملة يمكن استكشافها بالتجريب، وبالتالي لا يحتاج التصميم إلى أن يكون مثاليًّا. ومع ذلك.. فبمجرّد أن يزيد عدد المكونات عن خمسة أو نحو ذلك، فغالبًا ما يصبح من غير العملي أن يتم استكشاف حيِّز التصميم ذي الصلة بصورة كاملة. وبدون الكثير من الجهد، ستظل هناك أجزاء ذكية كثيرة في مجال البيولوجيا التخليقية ، ولكن مع طرق محدودة وغير فعالة لجمعها معًا.

حين يصنع مبرمجو الحواسيب تطبيقًا ما، فإنهم لا يكتبون كل سطر من شفرة البرنامج من جديد، ولا يختارون تعليمات الآلة باليد. وبدلًا من ذلك.. يقومون بإعادة استخدام روتينات فرعية ومكتبات برمجية موجودة بالفعل، ويتركون مهمة اختيار تعليمات الآلة المناسبة إلى برنامج تجميع بيانات في الكمبيوتر (يقوم بتجميع أجزاء الشفرة ومراجعتها).

يحتاج مجال البيولوجيا التخليقية إلى أدوات مشابهة. ولصنع مثل تلك الأدوات، يحتاج الأمر إلى طرق أفضل لتعريف وضبط الأجزاء المستقلة على مدى ظروف عدة، مثل حالة نمو الخلية. ويجب ألا يقتصر التعريف على حالات التشغيل والإيقاف البسيطة، ولكنه ينبغي أن يعكس مدى واسعًا من الأنشطة (انظر: go.nature.com/hr8iu4)، وأن يسمح للأدوات المصممة بإدراج الوحدات والأجزاء التي يمكن أن تعمل مع بعضها البعض. تتضمن مثل تلك الأجزاء وسائل عازلة؛ لتمنع الوحدات من التداخل مع بعضها بطرق غير مرغوبة، أو من الاستخدام المفرط لموارد الخلية.

> «يجب أن تخفي أداة التصميم التفاصيل الداخلية؛ لتفسح المجال للعلماء للتركيز على المنطق من وراء عمل نظامٍ ما»

يجب أن تخفي أداة التصميم التفاصيل الداخلية؛ لتفسح المجال للعلماء للتركيز على المنطق من وراء عمل نظامٍ ما، عوضًا عن التركيز على البناء الفيزيائي لأجزائه.

على سبيل المثال.. لنتخيَّلْ «مترجمًا حيويًّا» يقوم باستقبال تعليمات البرمجة للوحدات المتكاملة، ثم يختار أوتوماتيكيًّا المكونات الجينية الملائمة.

يجتمع الباحثون الذين يعملون على مثل تلك الأدوات سنويًّا في ورشة العمل الدولية لأَتْمَتَة التصميم الحيوي. وهناك تحسنٌ مستمر للطرق التي يتم بها التعامل مع التحديات التي تواجه التصميم الحيوي؛ مع ذلك.. لا يزال مطلوبًا تحقيق تقدُّم أكثر من ذلك بكثير.

هربرت ساورو

الاستفادة من التطور

أستاذ مشارك في الهندسة الحيوية، جامعة واشنطن

تختلف الهندسة الحيوية عن هندسة الإسمنت، أو السيليكون، إذ يعمل المهندسون الحيويُّون بعناء على تصميمٍ ما، ثم ينهار هذا التصميم بعد يوم واحد من مواجهة الانتخاب التطوري. وعلى خبراء البيولوجيا التخليقية أن يتعلموا كيفية التغلُّب على ذلك.

في الحالة المُثلى، يجب أن تعمل التصميمات لأطول فترة ممكنة. ولتحقيق ذلك.. يمكننا تصميم تسلسل الحمض النووي بدقة، واختيار سلالات بكتيرية أقل عرضة للطفرات الوراثية. كما يمكن تصميم حمض نووي مزدوج الغرض: فيقود المسار المُهَندَس حين يُقرأ في اتجاه ما، بينما ينتج عملية أساسية ما حين يُقرأ في الاتجاه الآخر. ولأنّ الطفرات في مثل هذا الحمض النووي ثنائي الغرض ستخلّ بالعملية الأساسية، فإن الخلية ستنجو فقط طالما ظلت الدائرة المهندَسة تعمل بكفاءة.

هناك استراتيجية أخرى مستمَدَّة من الطبيعة. فقبل المهندسين البشريين بوقت طويل، قام الفيروس البكتيري لامدا (λ) بالتطور، ليظلّ في العائل دون كَشْفه لأطول فترة ممكنة. يقوم الفيروس بمراقبة عائله بمهارة عن طريق إنتاج بروتين معين بمستوى منخفض، بحيث لا تتأثر البكتيريا تقريبًا. وإذا شعر الفيروس بتدهور في صحة العائل، فإنه يقوم بتفعيل برنامج، من شأنه ـ في النهاية ـ قتْل البكتيريا، (وإخراج الفيروسات الجديدة). ويمكن للمهندسين استخدام استراتيجيات مشابهة؛ للتخلص من الخلايا، إذا كان أداؤها مخالِفًا لما تمَّت هندستها من أجله.

وبالعكس، إذا هرب أحد الكائنات المهندَسة من المختبر، فإننا نود أن يتولّى التطورُ التخلص منه. فيمكن هندسة زر لقتل الخلايا المهندَسة، أو حتى تسريع التطور، بحيث يتم التخلص من الدوائر المهندَسة في غياب ظروف معملية ما، ولكنّ نجاح تلك الآليّات في بيئة طبيعية سيظل غير مفهوم بصورة كاملة.

إن فَهْم النظم المهندَسة التي تقوم بالتطور يتطلب ارتباطًا بين تخصصات لا ترتبط ببعضها البعض بصورة طبيعية. والجهات المانحة والمؤسسات تجد من الصعب الحكم على مثل تلك «الارتباطات». من ناحية، قد لا يملك المهندسون الوقت الكافي لنظرية التطور؛ ومن ناحية أخرى.. قد لا يكون لعلماء التطور اهتمام بالهندسة. ورغم ذلك.. يجب أن يضع العلماء الأمْرين في الاعتبار؛ لتحقيق الاستفادة القصوى من مجال البيولوجيا التخليقية. ■

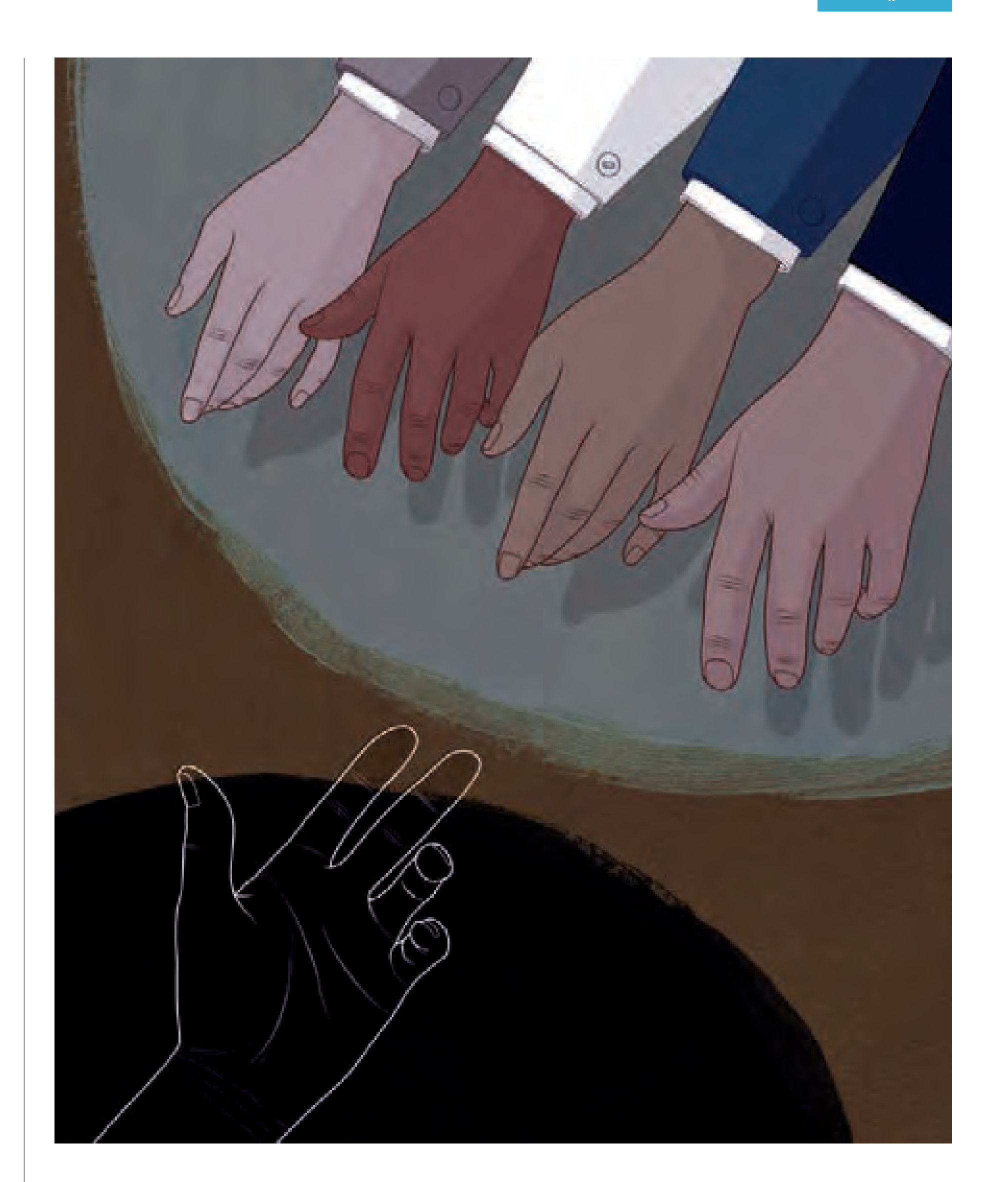


ILLUSTRATION BY RICHARD WILKINSON

خريطة طريق لدراسة الانتحار، والوقاية منه

حان الوقت كي يبدأ صانعو السياسات، والممولون، والباحثون، والإكلينيكيون، التصدّي لمعدلات الانتحار العالية، وفق ما يقوله **أندريه أليمان**، و**دَميان دِينيس**..

وفقًا لما أعلنته منظمة الصحة العالمية، فإن مليون شخص تقريبًا يقتلون أنفسهم كل سنة. هذا الرقم هو أكثر من إجمالي عدد الأشخاص الذين يموتون جرّاء الجريمة والحروب معًا. أما عدد الأشخاص الذين يحاولون قتل أنفسهم، فيصل إلى ما بين 10 – 20 مليونًا.

الانتحار هو واحد من ثلاثة أسباب تؤدي إلى الموت خلال الفترة التي يكون فيها الإنسان في قمة إنتاجه الاقتصادي ـ الفترة ما بين 15 و44 سنة من العمر ـ وقد ارتفعت المعدلات منذ الأزمة الاقتصادية التي أشعلها انهيار البنوك في عام 2008 (انظر: «معدلات الانتحار في أوروبا»). فعلى سبيل المثال.. ارتفعت حالات الانتحار في هولندا في السنة بنسبة 30% ما بين عامي 2008 و2012، من 1353 حالة إلى 1753. أما في الولايات المتحدة، فإن الانتحار عمومًا يكلف المجتمع 1.06 مليون دولار، وذلك وفقًا «لمراكز الولايات المتحدة للسيطرة على الأمراض، والوقاية منها».

ورغم ما للانتحار من تأثير شنيع، لم يُحرَز تقدُّم كبير في فهم السلوك الانتحاري، ومعالجته بطريقة علمية. نحن نعلم أن ما يقارب 90% من حالات الانتحار تحدث عند الأشخاص الذين يعانون من خلل نفسي يمكن تشخيصه إكلينيكيًّا[1]. وقد أظهرت دراسات وبائية واسعة أن الاضطرابات العقلية ـ خصوصًا الاكتئاب، والإدمان على الكحول ـ عوامل خطر أساسية[2]. وثمة أدلة لا يمكن دحضها تبيِّن أنه يمكن للمعالجة الجيدة لهذه الاضطرابات، والوقاية منها، أن تُنْقِص معدلات الانتحار[3]، لكن الطب النفسي تجاهل هذا الموضوع لزمن طويل، فلم يُذكَر الانتحار، ومحاولات الانتحار، والأفكار الانتحارية، سوى على أنها أعراض لحالة قريبة من اضطراب الشخصية واضطرابات المزاج، وذلك في النسخة الرابعة من «الكتيب التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية». أما النسخة الخامسة من الكتيب ـ التي صدرت هذا العام ـ فلا تعطي رمزًا خاصًا بالسلوك الانتحاري، مع أنه أكثر حالة من حالات الطوارئ التي تظهر في قسم الرعاية الأساسية في الطب النفسي. ويُنظَر إلى الانتحار على أنه من المضاعفات الطبية، بدلًا من كونه اضطرابًا مستقلًا بذاته.

مقابل كل دراسة عن الانتحار نُشرت خلال السنوات الخمس الأخيرة في أرق دوريّتين من منشورات الطب النفسي (الدوريّة الأمريكية للطب النفسي، وجاما للطب النفسي)، توجد ستة بحوث عن الفصام، رغم أن معدل حدوثه هو ربع معدل حدوث السلوك الانتحاري. وعلى عكس دراسات الفصام، فإن دراسات السلوك الانتحاري تدور حول انتشاره الوبائي، عوضًا عن تحري الآليات الكامنة وراءه.

قد يكون هذا النقص في البحوث المتعلقة بالانتحار ناجمًا عن عدة عوامل، أولها المحظورات الاجتماعية، إذ لا يحبِّذ الناس التحدث عن انتحار أحد أصدقائهم، أو شخص من العائلة، كما أن الانتحار محرم في بعض الأديان، ومنافٍ للشرف، وغالبًا ما يُنظر إليه على أنه غير قانوني. ففي الهند وسنغافورة ـ على سبيل المثال ـ تتم معاقبة مَنْ حاول الانتحار بالحبس لمدة سنة على الأكثر. وفي عدة ولايات أمريكية لا يزال العُرْفُ السائد يَعتبِر الانتحار جريمة قد تكون لها عواقب اقتصادية على العائلة. أما المساعدة على الانتحار، فهي غير قانونية في معظم بلدان العالم. ثانيًا، إن مسببات الانتحار معقدة، لاشتمالها على أمور تتعلق بالصحة العقلية، وجملة أمور اجتماعية، واقتصادية، وثقافية، وأخلاقية. ثالثًا، ربما تصعب دراسة السلوك الانتحاري، إذا كانت محاولات الانتحار الفاشلة غير المميتة تختلف في علم أسباب الأمراض عن تلك المميتة، أي التي نجحت بالفعل.

ما نحتاج إليه بشدة الآن هو خريطة طريق للدراسة المنهجية لآليات السلوك الانتحاري بشكل مستقل عن أي اضطراب آخر مترافق معه. ويمكن عندها فقط تشكيل برامج وقاية مبنيّة على أدلة علمية.

ونحن نرى أنه ثمة حاجة إلى هذه الخطوات الأربع.

خطة الأربع نقاط

تحديد الانتحار على أنه اضطراب مستقل... إن معالجة الاضطرابات العقلية المترافقة عادةً مع الانتحار، كالاكتئاب مثلًا، تعجز عن منع السلوك الانتحاري عند معظم الناس. ومع أن النزعة الانتحارية تلامس عدة اختصاصات طبية ونفسية، إلا أنها يجب أن تكون من ضمن اختصاص الطب النفسي، لأنه نقطة تقاطع بين الفكر والدماغ، بما يسمح له بتقييم كل الأبعاد بشكل جيد. ويجب على الطب النفسي أن يحمل مسؤولية تعريف وتحديد الانتحار بشكل كاف ووافٍ، ودمجه في نظامه للتصنيفات، وتطوير جداول معدلات تسمح بتوقُّع وتقييم شدة الحالات وتفحّص خيارات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المعالجة. من شأن هذا أن يجعل السلوك الانتحاري يُرَى على أنه اضطراب عقلي.

فَهْم الآليات... إن جذور الانتحار ـ سواء أكانت فسيولوجية، أم عصبية حيوية ـ قد تنبع من صعوبة في تنظيم العواطف والدّارات الدماغية المسؤولة عنها. وأكثر ما يرافق الانتحار نفسيًّا هو القلق، وانخفاض القدرة على ضبط الاستثارة الفورية، وتزايد العدوانية[2]. كما أن الأشخاص الذين يُبْدون سلوكيات انتحارية يميلون إلى كبت عواطفهم، ويعانون من صعوبة في تعريف مشاعرهم[4]. تترافق الانتحارية مع فقدان الأمل، والحساسية تجاه الرفض الاجتماعي، مع انخفاض القدرة على تصوّر أحداث مستقبلية إيجابية[5]، بيد أن هناك طُرقًا عدة تؤدي إلى السلوك الانتحاري.

يجب أن تركِّز الأبحاث على الفروق الفردية في التحكم الإدراكي بالعواطف. فقد يكون لدى بعض الناس فرط في ردود الفعل العاطفية حيال مواقف صعبة، كموت شخص عزيز، أو فقدان العمل، وقد يكون لدى البعض الآخر نقص في المرونة الإدراكية ومهارات التكيف مع الصعوبات، أما البعض الآخر، فقد يبدي ميولًا إلى التصرف العدواني الفوري. وثمة حاجة إلى التحري الدقيق[6] للنماذج المقبولة بشكل واسع، المتعلقة بدور الانفعال العاطفي، ونقص التحكم الإدراكي في تهيئة المناخ الملائم للسلوك الانتحاري. على سبيل المثال.. قام فريق من الباحثين بقيادة الطبيب النفسي سكوت ماثيوز في برنامج «في إيه سان دييجو للرعاية الصحية» بدراسةٍ ترسم صورة عن المتغيرات العصبية[7]، ونحن بحاجة ماسة إلى المزيد من مثل هذه الدراسة، إذ لاحظ الباحثون نشاط الدماغ عند مقاتلين معرضين للخطر في مناطق الحروب، وقارنوه بنشاط الدماغ عند أشخاص غير معرضين للخطر. كانت للمجموعتين مستويات الاكتئاب نفسها، وحالة ضغط ما بعد الصدمة، لكن ظهر لدى أفراد المجموعة الانتحارية نشاط أكثر في كل من المنطقتين الحزامية، ومقدمة الفص الجبهي في قشرة الدماغ، عندما ارتكبوا خطأً ما أثناء تأديتهم لمهمة تحتاج إلى التركيز. ولهاتين المنطقتين الدماغيّتين دور في التحكم الإدراكي ومراقبة الأفعال. ويفترض مؤلفو الدراسة أن الجهد الإضافي المبذول لمعالجة الأخطاء أثناء مراقبة الذات قد يشكل نقطة هشاشة وضعف، من شأنها أن تخفض من قدرة الإنسان على التأقلم مع الضغط. ويجب تحرِّي هذا في عيِّنات واسعة، مع الأخذ بعين الاعتبار عدة حالات عاطفية مختلفة.

تمويل أبحاث الانتحار... يجب أن تستثمر الحكومات والوكالات المموِّلة المزيد في هذا الموضوع. ويجب أن يشمل «إطار عمل برنامج (أُفُق 2020) الأوروبي للبحث والابتكار» تحديًا مخصَّصًا لأبحاث الانتحار، وأهمها تحديد معيار للسلوك الانتحاري كاضطراب عقلي، وتحري ما يترافق مع هذا السلوك من الشذوذ المفترَض في دارات الدماغ المنظِّمة للعواطف. أما التحديات الاجتماعية المذكورة حاليًّا في إطار العمل، فهي لا تأتي على ذكر الانتحار. وقد طلب المعهد الوطني الأمريكي للأمراض العقلية في بيثيسدا، بولاية ميريلاند، البدء في تقديم طلبات من أجل إجراء مسح للبالغين؛ لتحري العوامل التي قد تؤدي إلى خطر الانتحار، ولكن لا تزال هناك حاجة إلى برامج أوسع وأشمل.

قام هذا المعهد بمبادرة تدعو إلى التفاؤل في



ILLUSTRATION BY RICHARD WILKINSON

هذا الخصوص، وهي مبادرة «Research Domain Criteria»، التي تقدم تمويلات من أجل العمل على تصنيف الأمراض النفسية بالاعتماد على مراقبة السلوك والتدابير العصبية الحيوية. فعلى سبيل المثال.. عادةً ما يُلاحظ عدم المبالاة في الأمراض النفسية والعصبية، مثل الفصام، والاكتئاب، وداء باركنسون، وداء الزهايمر. ولأن الآليات المؤدية إلى عدم المبالاة قد تكون هي نفسها في جميع هذه الأمراض، تتم دراستها الآن بشكل متزايد كعَرَضٍ مستقل في حد ذاته، بغض النظر عما إذا كان لدى المريض أعراض أمراض عصبية أو نفسية أخرى. ووفق المعيار نفسه، وحيث إن خطر الانتحار قائم في عديد من الأمراض العقلية، ويشمل ـ في الوقت نفسه ـ الجوانب الحيوية العصبية، والجوانب الاجتماعية، فهو بالمثل إذن موضوع مناسب في هذا المشروع.

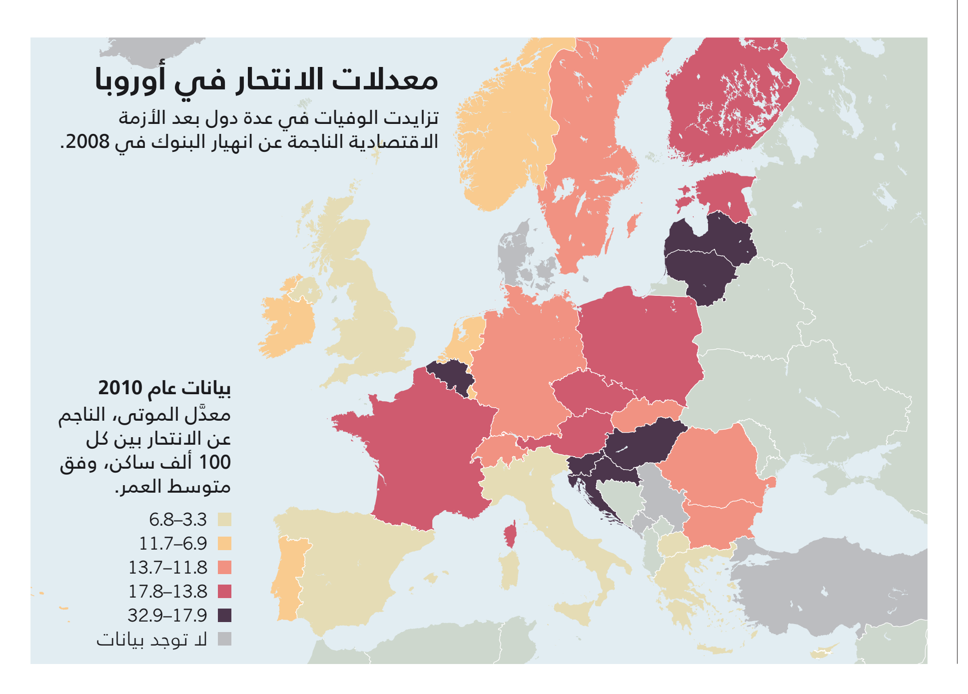
الترويج للوقاية... يجب على الحكومات أن تستثمر في الوقاية من الانتحار، مثلما تفعل في سبيل الوقاية من الحوادث المرورية القاتلة. فقد بلغ حجم إنفاق المملكة المتحدة، في عامي 2008 و2009، على زيادة الوعي بالسلامة المرورية ـ بما في ذلك ما أنفقته على الإعلانات التلفزيونية ـ ما يفوق 19 مليون جنيه إسترليني (32 مليون دولار أمريكي)، في حين بلغ ما استثمرته في أبحاث الانتحار خلال ثلاث سنوات 1.5 مليون جنيه إسترليني فقط. وبينما انخفضت بانتظام حوادث المرور القاتلة خلال العقود الماضية، ارتفعت حوادث الانتحار، أو بقيت عند المعدل نفسه. وتمّ تسليط الضوء على أهمية زيادة الوعي بخطورة الانتحار، وأهمية الوقاية منه، في مراجعة نُشرت مع بداية هذه السنة، وتوصلت إلى أن هناك عائدًا من استثمارات الترويج للوقاية من عدة أمراض عقلية، والتدخل للوقاية من المرض[8] (انظر: «الوقاية.. وعوائدها المالية»).

تُعرف عوامل الخطورة من خلال دراسات الوبائية، وبالتالي يسهل تشكيل برامج موجَّهة للوقاية. ومن عوامل الخطورة المعروفة: الأمراض العقلية، ومحاولات الانتحار السابقة، والقلق، والاستجابة الفورية المترافقة مع ميل إلى العدوانية، وحوادث انتحار في العائلة، وحوادث الحياة المؤلمة، كفَقْد العمل، أو الطلاق مثلًا. ويجب أن يتم تطوير برامج وقاية شاملة تتضمن أحدث ما توصل إليه العلم[3].

> **«يجب على الحكومات أن تستثمر في منع الانتحار، مثلما تفعل في سبيل خَفْض حوادث المرور القاتلة».**

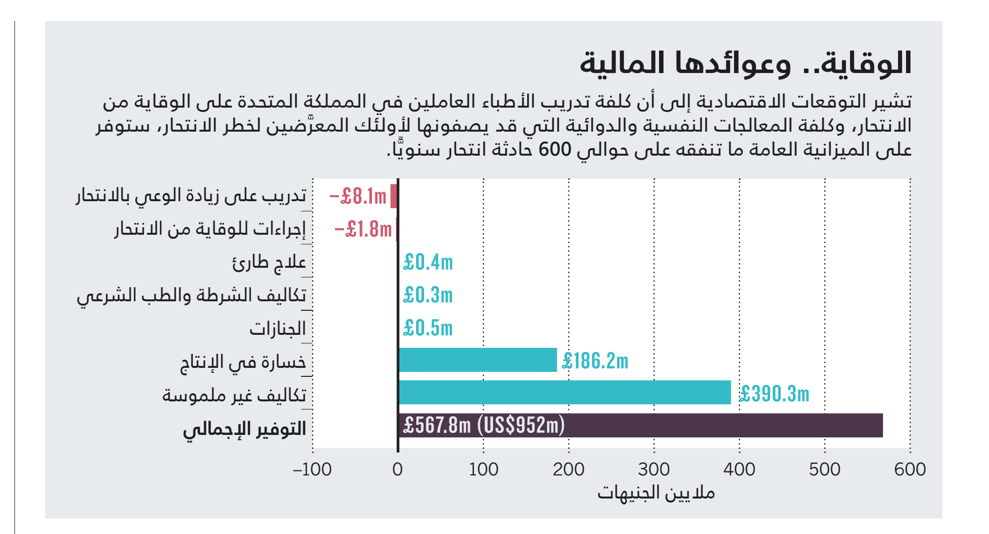
إن برامج الوقاية الجيدة كفيلة بزيادة الوعي بين الناس بالعلامات المنذرة، وبالصحة النفسية عمومًا. كما أن زيادة معرفة الأطباء بهذا الخصوص مهمة جدًّا، إذا عرفنا أن معظم مَنْ تراودهم أفكار انتحارية يتصلون بأطبائهم العموميين خلال الأسابيع السابقة للانتحار. ويجب أن تشمل برامج الوقاية مراكز واضحة يسهل الوصول إليها؛ للحصول على المساعدة، كما يجب أن تُقدَّم خدمة مراقبة لأولئك المعرَّضِين لخطر الانتحار. ويجب أيضًا أن تُدْرِج البرامجُ الحكومات، و غيرها من المعنيين؛ لمواجهة وصمة العار الاجتماعي، المتمثلة في الانتحار.

قليلون هُم مَنْ نفَّذوا بشكل منظَّم وممنهج مثل هذه البرامج، مثل فنلندا، وإسكتلندا، وجيش الولايات المتحدة. وتجب الآن الاستفادة من ◄



SOURCE: EUROSTAT

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الوقاية.. وعوائدها المالية

تشير التوقعات الاقتصادية إلى أن كلفة تدريب الأطباء العاملين في المملكة المتحدة على الوقاية من الانتحار، وكلفة المعالجات النفسية والدوائية التي قد يصفونها لأولئك المعرَّضين لخطر الانتحار، ستوفر على الميزانية العامة ما تنفقه على حوالي 600 حادثة انتحار سنويًّا.

SOURCE: M. KNAPP, D. MCDAID & M. PARSONAGE (EDS) *MENTAL HEALTH PROMOTION AND MENTAL ILLNESS PREVENTION: THE ECONOMIC CASE* (UK DEPT. HEALTH, 2011)

جهودهم هذه، وتقييمها؛ لتمهيد الطريق لتحسينات مبنيّة على الأدلة.

هناك حاجة إلى تنسيق الجهود بين سلطات الصحة العامة، والأطباء الإكلينيكين، والعلماء، لفَهْم دوافع الانتحار، والوقاية منها. ويجب أن يستفيد الباحثون من التطور الحاصل في علم الأحياء العصبية، وتقنيات التصوير العصبي للكشف عن الآليات الدماغية الكامنة. وينبغي أن يركِّز الإكلينيكيون على السلوك الانتحاري، كهدف مستقل بذاته للمعالجة. كما عبّرت «مفوضية الصحة العقلية الوطنية» في أستراليا[9] عن هذا بقولها البليغ: «يمكننا ـ ويجب علينا ـ أن نفعل أفضل من هذا». ■

آندريه أليمان أستاذ الطب النفسي العصبي الإدراكي في جامعة جرونينجن في هولندا. **دَميان دِنيس** أستاذ الطب النفسي في جامعة أمستردام، وأستاذ أيضًا في معهد هولندا للعلوم العصبية، بأمستردام، هولندا.
البريد الإلكتروني: a.aleman@umcg.nl
d.denys@amc.uva.nl

1. Sadock, B. J., Sadock, V. A. & Ruiz, P. (eds) *Kaplan and Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry* 7th edn 2031–2040 (Lippincott Williams & Wilkins, 2001).
2. Nock, M. K. *et al. PLoS Med.* **6,** e1000123 (2009).
3. World Health Organization *Public Health Action for the Prevention of Suicide: A Framework* (WHO, 2012).
4. Pisani, A. R. *et al. J. Youth Adolesc.* **42,** 807–820 (2013).
5. van Heeringen, C., Bijttebier, S. & Godfrin, K. *Neurosci. Biobehav. Rev.* **35,** 688–698 (2011).
6. Dour, H. J., Cha, C. B. & Nock, M. K. *Behav. Res. Ther.* **49,** 294–298 (2011).
7. Matthews, S., Spadoni, A., Knox, K., Strigo, I. & Simmons, A. *Psychosom. Med.* **74,** 471–475 (2012).
8. Research Prioritization Task Force *A Prioritized Research Agenda for Suicide Prevention: An Action Plan to Save Lives* (Action Alliance for Suicide Prevention, 2014).
9. Lourey, C., Plumb, J. & Mills, A. *A Contributing Life: The 2013 National Report Card on Mental Health and Suicide Prevention* (National Mental Health Commission, 2013).

افهموا التباين في مستويات الميثان في القطب الشمالي

«وَسِّعُوا من المراقبة الأرضية للمصادر القطبية للغاز الدَّفِيء؛ لتعرفوا الكيفية التي سيؤثر بها التغير المناخي على انبعاثه» **تورِبن آر. كريستِنْسِن.**

أول مرة أَنشَأْتُ فيها حجرةَ قياس انبعاثات الميثان في منطقة التندرا في ألاسكا كانت في عام 1991، حينما كنت أدرس للحصول على درجة الدكتوراة. كان هدفي آنذاك هو تقليل درجة عدم اليقين في تقديرات انبعاثات الغازات الدفيئة من القطب الشمالي. في ذلك الوقت نُشر أول تقييم للجنة الخبراء الحكوميين لمكافحة التغير المناخي (IPCC)، وأشار إلى أنه تم التعرف على انبعاثات الميثان من الأراضي المائية في المنطقة باحتسابها «عاملًا مجهولًا». ولا يزال الحال على ما كان عليه وقتئذ.

لقد اتبعتُ الممارسات الأفضل أثناء إجرائي لتلك القياسات. وكنت أحتذي خطوات البروتوكولات، وأعاير عيِّنات الغاز التي جمعتها بالزجاجات المعيارية التي تُوجد بها غازات ذات تركيزات محددة بدقة. وتمثِّل هذه جزءًا من شبكة معايير تحليل الغازات ذات التركيزات المنخفضة التي أعدَّتها إدارة المحيطات والغلاف الجوي في الولايات المتحدة. قام علماء آخرون بقياسات شبيهة بتلك التي قمتُ بها، وبدرجة مماثلة من الحرص، إلا أنه ـ وبعد مرور عشرين عامًا ـ لا تزال انبعاثات الميثان من القطب الشمالي على درجة عدم اليقين نفسها التي كانت عليها.

السبب هو التباين الطبيعي، إذ يمكن لتدفق الميثان أن يتغير بعاملٍ تصل قيمته إلى واحد أو اثنين من عام إلى آخر، وهي قيم بمقدار عدم اليقين نفسه، الذي كنا نعمل على تقليله[1]. لذا.. فالمقدار المعروف في الوقت الحالي لمدى انبعاثات الميثان من الأراضي المائية في كل أنحاء العالم[2] (الذي تبلغ قيمته 140-280 تيراجرامًا من الميثان في العام، انظر: «مصادر الميثان»)؛ هو المقدار نفسه الذي كان عليه في عام 1973، وهو أول عام نُشرت فيه القيمة العالمية لهذا الغاز[3].

غاز الميثان هو أحد أهم الغازات الدفيئة. يُسَخِّن هذا الغازُ المناخَ بدرجة تزيد بمقدار 25 مرة للطن الواحد عن درجة تسخين ثاني أكسيد الكربون. لذا.. فالجهل بالسبب في تباين مستويات هذا الغاز في الغلاف الجوي مشكلة جدية. والأمر الأشد سوءًا هو أنه بمقدور نقاط التحوُّل في النظام المناخي أن تتسبب في حدوث قفزة مفاجئة في انبعاث الميثان من القطب الشمالي، وهو ما يمكن أن يكون له أثر بالغ على درجات الحرارة في العالم.

ولكي نعرف ما الذي يحكم هذا التباين، نحتاج إلى توسيع الشبكات الأرضية التي تُنْصَب على امتداد المنطقة القطبية لمراقبة انبعاث الكربون من النظم البيئية، وتبادله مع الغلاف الجوي. وينبغي أن نركز اهتمامنا أيضًا على المصادر ذات الإنتاجية الأكبر في الأراضي المائية، وفي البحيرات والمناطق الساحلية.

المراقبة الأرضية

تُعَدّ الأراضي المائية ـ التي يُوجَد الكثير منها على ارتفاعات عالية ـ المصدر الأساسي لميثان الغلاف الجوي طبيعي المنشأ. يَنْتُج هذا الغاز أيضًا من الرسوبيات الموجودة في البحيرات، وفي مناطق الرفوف الساحلية، مثل بحر لابتيف، ويشمل ذلك انبعاثات بها درجة عالية من عدم اليقين من مخازن هيدرات الميثان في الرسوبيات العميقة.

هناك العديد من العوامل المجهولة، إذ إن فَهْمنا للكيفية التي تُطْلِق بها التربة الذائبة غاز الميثان ضعيف جدًّا. والجيوكيمياء الحيوية للمناظر الأرضية التي تَنْتُج من ذوبان الأرض دائمة التجلد مجهولة هي الأخرى، بل إننا لا نستطيع حتى أن نتنبأ بسبب أنْ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



باحث يعمل بغُرَف قياس الميثان في وادي زاكنبرج في جرينلاند في عام 2013.

LARS HOLST HANSEN

تصبح بعض المناطق أكثر ابتلالًا عند ذوبان الأرض دائمة التجلد، في الوقت الذي تصبح فيه أكثر جفافًا في مناطق أخرى.

يمكن لانبعاثات الميثان من الأراضي المائية دائمة التجلُّد أن تتغير بعاملٍ تتراوح قيمته ما بين 2-4 من عام إلى آخر[4]، اعتمادًا على عوامل مثل درجة الحرارة، وظروف رطوبة التربة، وفترة استمرار الثلج. ويكون هذا التباين واضحًا في القياسات الجوية للغاز، إلا أن عدم وجود بيانات أرضية تصعِّب من مهمة تحديد مصادر الميثان المسؤولة عن هذه الانبعاثات. ففي عام 2007 ـ على سبيل المثال ـ أَرْجَعَ العلماء الارتفاع المفاجئ في تركيزات ميثان القطب الشمالي ـ بعد سنة من الركود ـ إلى التغيرات في المصادر الحيوية (الأراضي المائية على الأرجح) على أساس مكونات نظائر الغاز، من بين أدلة أخرى (انظر: «التباين الجوي»). لم يكن ممكنًا تحديد المصادر التي يُشَكّ في صلتها بالانبعاثات، مثل أراضي غربي سيبيريا المنخفضة، بسبب عدم وجود قياسات تدفق محلية[4]. وعدم وجود مراقبة تدفُّق مستمرة مُوَزَّعَة على رقعة جغرافية واسعة يصعِّب من مهمتنا، حتى لتقدير إمكانية أن يكون مصدرٌ ما مسؤولًا عن هذه الانبعاثات.

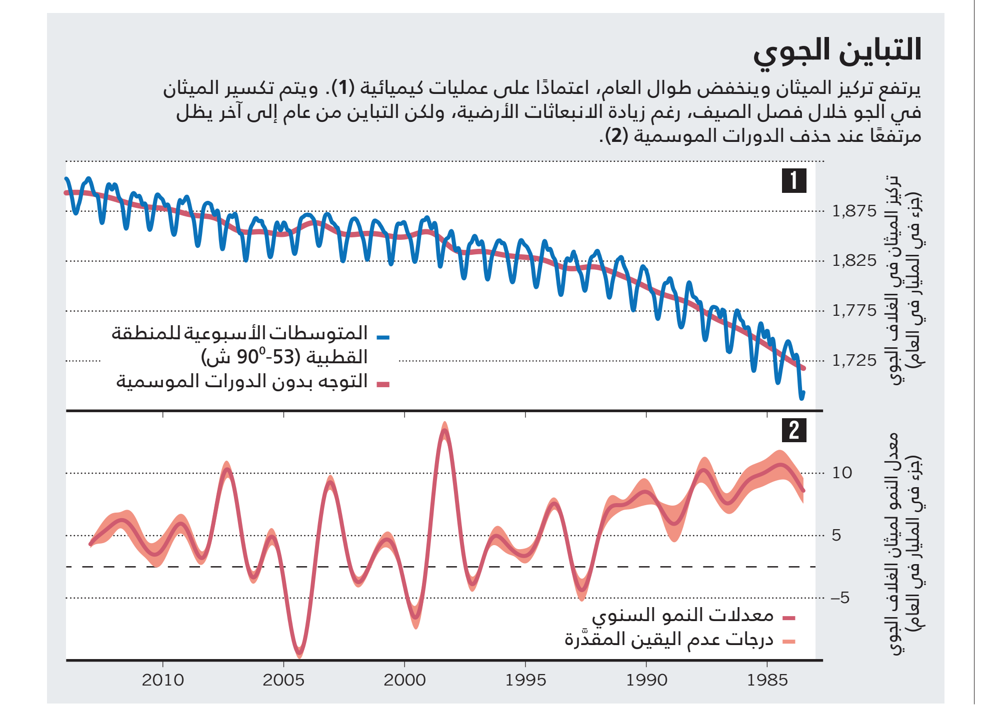
إنّ مراقبة الميثان في القطب الشمالي أمر مكلف، فهذه المراقبة تحتاج إلى معدات متقدمة ـ مثل أجهزة مطيافيّة الليزر ـ كما تتطلب إعدادات لوجستية، تشمل إمدادات الطاقة للمحطات في المناطق النائية. لذا.. تركِّز مشروعات الأبحاث ـ في الغالب ـ على موقع واحد، وتستمر لعام أو اثنين، ونادرًا ما تقيس برامج المراقبة طويلة المدى ـ التي قد توثِّق المناخ، والمياه، والأحداث الحيوية، وديناميّات أعداد الطيور والثدييات ـ التدفق الكربوني، بسبب التحديات الفنية.

أحد المشروعات التي تقوم بهذه المهمة هو برنامج مراقبة النظام البيئي في جرينلاند، الذي بدأ في محطة زاكنبيرج البحثية. وقد سَجَّل هذا المشروع تباينات كبيرة جدًّا في تدفق الميثان لفترة تُقَارِب عقدًا من الزمان في شمال شرق جرينلاند.

توضح مثل هذه الدراسات ـ التي استمرت لسنوات ـ أنه رغم وجود بعض الترابط بين كميات الميثان التي تنبعث خلال عامٍ، حتى العام الذي يليه، إلا أنه يصعب الحصول على تنبؤات دقيقة[5]. تؤثر حالة النظام البيئي في النقطة التي يتم فيها التجمد في الخريف على أنماط الانبعاث في العام التالي. ويمكن لهذه العوامل الظرفية أن تؤدي إلى وجود فروق، تتراوح قيمتها بين ثلاثة إلى أربعة أضعاف في الانبعاثات من عام إلى آخر[5]. وتوضح هذه العوامل أيضًا أهمية توسيع المراقبة، لتتجاوز فترة النمو، وتصل إلى موسم التجمد، في كلٍّ من الربيع والخريف. فافتراض أنّ

التباين الجوي

يرتفع تركيز الميثان وينخفض طوال العام، اعتمادًا على عمليات كيميائية (1). ويتم تكسير الميثان في الجو خلال فصل الصيف، رغم زيادة الانبعاثات الأرضية، ولكن التباين من عام إلى آخر يظل مرتفعًا عند حذف الدورات الموسمية (2).



SOURCE: NOAA ESRL GLOBAL MONITORING DIVISION





RIGHT: DAISY GILARDINI/GETTY; LEFT: COURTESY OF TORBEN R. CHRISTENSEN

اليمين: عمليات الجرف الساحلي تنفث الميثان في بحر لابتيف. اليسار: يأخذ المؤلف توربن آر. كريستِنْسِن قياسات لتدفق الميثان في ألاسكا في عام 1991.

◄ النظام البيئي يصبح خاملًا عند بداية التجمد تم دحضه بصورة كاملة.

الانبعاثات النُّقطية

تم التعرف على «نقاط ساخنة» غزيرة الإنتاج للميثان[7،6]، الكثير منها له نشاط عشوائي، حيث تتسبب العواصف في الانبعاثات في الجرف البحري لشمالي سيبيريا عن طريق تهوية المياه السطحية[6]. ويمكن للبحيرات الضحلة التي تكونت بفعل ذوبان الأراضي دائمة التجلد أن تقذف الميثان من تفكك الرواسب العضوية، التي توجد منها كميات كبيرة في القطب الشمالي[7]. وحينما تضاف هذه المصادر ـ التي قد تكون مهمة ـ إلى انبعاثات الأراضي المائية؛ يصبح إجمالي الانبعاثات غير متوافق مع الملاحظات الجوية.

مصادر الميثان

ينشأ التباين الكبير في تقديرات انبعاثات الميثان من التباين الطبيعي، ومن عدم اليقين في القياسات. والأراضي المائية ـ المستنقعات، والسبخات، والبحيرات ـ هي أكبر مصادر الميثان في العالم.

يمكن لأجهزة استشعار الأقمار الصناعية أن تسجل بعض هذه الاحداث، إلا أن تفسير هذه البيانات من الفضاء أمر صعب، بسبب إمكانية الخلط بين الإشارات السطحية، وتلك الآتية من الارتفاعات العالية. وهناك استخدام متزايد للمركبات الهوائية المزودة بالأجهزة لتكوين خريطة للميثان عبر مساحات كبيرة، مثل بحر لابتيف (حيث زادت تقديرات انبعاثات الميثان[6])، وبحيرات الثرموكارست، إلا أن رحلات الطيران هذه مكلفة، فتكلفة حملة صيف واحدة ما يقارب عشرة ملايين يورو (14 مليون دولار). وتُعَدّ الطائرات التي تطير بدون طيار، والمركبات الهوائية بالغة الخفة أو متوسطة المدى خيارًا أرخص، كما أن استخدامها لزيارة مواقع محددة قد تزايد.

الدراسات الساحلية

يرجع السبب الأساسي في عدم اليقين في تركيزات ميثان القطب الشمالي إلى العمليات الساحلية، فسهول التندرا العتيقة التي تعرضت للفيضانات أثناء العصر الهولوسيني (منذ 11،700 عام إلى الوقت الحاضر)، مثل الجرف البحري لشمالي سيبيريا، هي بعض أغزر المناطق إنتاجًا للميثان. والسواحل هي بمثابة مناطق امتزاج، ينقل فيها الكربون العضوي الذي يتحرر من ذوبان الأراضي دائمة التجلد عن طريق الأنهار، ويلتقي بالمادة الذائبة من رسوبيات خط ساحل محيطات القطب الشمالي[8]. إنّ فَهْمنا لما يحدث على امتداد هذه الخطوط الساحلية محدود. ورغم ذلك.. في مناخ يزداد دفئًا، يمكن أن تكون الانبعاثات الساحلية كبيرة جدًّا، لأن منشأها هو المخازن العضوية الضخمة الموجودة على اليابسة، وفي البحر.

الخطوات التالية

لكي نفهم العلاقة ما بين تدفق الميثان في القطب الشمالي والتغير المناخي، نحتاج إلى ما يلي:

أولًا، تحتاج شبكات مراقبة الأنظمة البيئية الموجودة سلفًا، وتلك التي يخطط لتنصيبها في المنطقة إلى دمج القياسات المستمرة للتدفق الأرضي لثاني أكسيد الكربون والميثان، ويُفضَّل أن تجرى تلك القياسات على امتداد عقد من الزمن. يجب كذلك أن يتم البحث عن المواقع التي قد يُلاحَظ بها القدر الأكبر من التباين على ضوء نمذجة دورات الكربون الجوية، ودورات الكربون في النظام البيئي.

يتم في الوقت الحالي توسيع البنية التحتية لمراقبة القطب الشمالي، بحيث تتم زيادة التغطية الجغرافية بدرجة معتبرة. ويكمن التحدي في التنسيق ما بين هذه البِنَى باستخدام معدات متماثلة، لدعم المراقبة المستمرة والمتسقة لانبعاثات الميثان على امتداد المنطقة القطبية.

سيربط النظام الأوروبي لملاحظة الكربون (أيكوس ICOS) بين عديد من المواقع على امتداد أوروبا؛ لقياس تدفق الكربون في النظام البيئي، وفي الغلاف الجوي لعقود. عددٌ قليلٌ من هذه المواقع فقط ـ بما فيها المواقع التي تعمل حاليًا في السويد وفنلندا ـ سيكون في منطقة دون القطب الشمالي. وستتوفّر تغطية شمالية أفضل من برنامج الشبكة الدولية للاتحاد الأوروبي للأبحاث والمراقبة الأرضية في القطب الشمالي (إنترأكت INTERACT)، الذي يشمل شبكة تحيط بالقطب، تقوم بالترويج لخمسين منصة أبحاث في أوروبا، وسيبيريا، وأمريكا الشمالية، وبتسهيل الوصول إلى هذه المحطات. وتقوم الشبكة الوطنية للمراقبة البيئية في الولايات المتحدة بالسعي وراء أهداف مماثلة في القطب الشمالي.

تحمل هذه البرامج ـ مجتمعةً ـ آمالًا عريضة، إذا ما تم الاتفاق على بروتوكولات دولية تمكِّن من مقارنة البيانات التي يتم تجميعها من محطات مختلفة. وتمثل شبكات إنترأكت وأيكوس ـ التي تشمل عددًا من الدول، ومدى واسعًا من منصات البِنَى التحتية في الأرض، وبيئات المياه العذبة، والبيئات القريبة من المناطق الساحلية ـ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

موضعًا مناسبًا لتطوير مثل هذه المعايير.

وينبغي أيضًا السعي للتعاون بين الجهات المدنية والعسكرية؛ لمراقبة المصادر النُّقطية للميثان، حيث تنفق الدول الأعضاء في مجلس القطب الشمالي أكثر من 9 مليارات دولار أمريكي في السنة على الأنشطة العسكرية في المنطقة، التي تزداد أهميتها الجيوسياسية والتجارية بسبب تراجع ثلج البحر (انظر: go.nature.com/kqsga3). ويمكن لجزء بسيط من هذه الأموال أن يدعم الأبحاث العلمية التي تتفق مع الاهتمامات العسكرية، مثل الأبحاث التي تُجرَى على العوامل التي تؤثر على ذوبان القطب الشمالي. ويمكن أيضًا أن تتم مشاركة السفن، والطائرات التي تطير بدون طيار، والمركبات الهوائية، والأقمار الصناعية، والمنصات الأرضية لقياس الميثان. فحرس السواحل الكندي والأسطول البحري الدنماركي يتعاونان بالفعل مع المؤسسات العلمية في القطب الشمالي.

«هناك حاجة إلى تكامل أوثق ما بين الأبحاث على السواحل البحرية وأبحاث اليابسة».

إنّ هناك حاجة إلى تكامل أوثق بين الأبحاث على السواحل البحرية وأبحاث اليابسة؛ لفَهْم مصادر الميثان التي يحدث فيها التباين بصورة مضطردة. ويجب أن يشمل ذلك، مثلًا، تأثير الديناميات بين الثلج والبحر على النظام البيئي الذي يعمل على اليابسة، من حيث انبعاثات الميثان والدورة الكربونية[9]. هناك أيضًا حاجة ماسة إلى البرامج ذات التمويل المشترك. ويتمثل أحد النماذج الناجحة في مبادرة الأبحاث الشمالية الرفيعة (Nordic Top-Level Research Initiative)، التي تدعم مركز امتياز (ديفروست)، وتجمع الباحثين العاملين على اليابسة والباحثين البحريين ومنمذجي المناخ. ويجب أن يضع التقرير القادم من مجموعة خبراء برنامج مراقبة وتقييم القطب الشمالي لمجلس القطب الشمالي ـ الذي يُتوقع إصداره في عام 2015 ـ اتجاهات العمل في الأعوام القادمة.

لقد حان الوقت لكي ينظر كل المعنيين بعِلْم تغيُّر المناخ في القطب الشمالي وراء حدود تخصصاتهم؛ ليكتسبوا فهمًا أفضل لكيفية تأثير الميثان على المناخ العالمي. ■

توربن آر. كريستِنْسِن يعمل أستاذًا في قسم الجغرافيا الفيزيائية وعلم النظام البيئي، جامعة لوند، السويد، كما يعمل في مركز أبحاث القطب الشمالي، جامعة آروس، الدنمارك.

البريد الإلكتروني: torben.christensen@nateko.lu.se

1. McGuire, A. D. *et al. Biogeosciences* **9,** 3185–3204 (2012).
2. Kirschke, S. *et al. Nature Geosci.* **6,** 813–823 (2013).
3. Ehhalt, D. H. *Tellus* **26,** 58–70 (1974).
4. Bousquet, P. *et al. Atmos. Chem. Phys.* **11,** 3689–3700 (2011).
5. Mastepanov, M. *et al. Biogeosciences* **10,** 5139–5158 (2013).
6. Shakhova, N. *et al. Nature Geosci.* **7,** 64–70 (2014).
7. Walter, K. M., Smith, L. C. & Chapin, F. S. III *Phil. Trans. R. Soc. A* **365,** 1657–1676 (2007).
8. Vonk, J. E. & Gustafsson, Ö. *Nature Geosci.* **6,** 675–676 (2013).
9. Parmentier, F. J. W. *et al. Nature Clim. Change* **3,** 195–202 (2013).

ILLUSTRATIONS BY PETE ELLIS/DRAWGOOD.COM

إدخال تحليل التّسلسُل الجرثوميّ إلى المستشفيات

إنّ تحليلُ الحمض النَّوويّ DNA للبكتيريا والفيروسات ربما يساعد الأطباء في اختيار الأدوية الفعّالة بسرعةٍ، على حدِّ قول **شارون بيكوك**.

تَقْصِد المريضةُ الطبيبَ، تشكو الحُمّى والسُّعال والتَّعرُّق اللّيليّ؛ فتأتي اختبارات التَّشخيص السريعة لتؤكِّد الإصابة بالسُّل، مع الإشارة إلى وجود مقاومة لعدد من الأدوية. ولوَصْف التّركيبة الدّوائيّة المُثْلى، يلزم نحو ثمانية أسابيع لإجراء الاختبارات المعمليّة. هذه المدة هي الإطار الزّمني الذي يفرضه معدَّل النُّمو البطيء للمُمْرِض (المُتفطِّرة السُّلِّيَّة- *Mycobacterium tuberculosis*). وفي هذه الأثناء، على الطبيب أنْ يدرك بحكمةٍ أيَّ الأدوية التي يجب عليه أنْ يصفها لهذه المريضة، في ظل تزايد خطر وَصْف علاج غير نافع، وخطر انتشار العدوى.

مع ذلك.. قد يستغرق الأمر أقلّ من أسبوع لتحليل السّلسلة الوراثية لمُستنبَتٍ من المُتفطِّرة السُّلِّيَّة، واكتشاف طفرة تحدِّد الأدوية التي تقاومها هذه البكتيريا. وقد بيَّنتُ[1] ذلك مع زُملائي في بحثٍ لنا في العام الماضي، استخدمنا فيه مُستنبتًا لِعَيِّنةٍ من البلغم، مأخوذة من مريضٍ بالسُّل. وقد بيّنّا فيه كذلك كيف يُتيح بناء السلسلة الكاملة للجينوم، الكشف عن وجود مقاومة مُمْرِضَات أخرى للمُضادات الحيوية من فئة كاربابينيم- carbapenem، وهي أدوية محفوظة لعلاج أنواع العدوى الأكثر خطورة. وبالرغم من أنَّ هناك نطاقًا واسعًا من الآليّات الجينيّة ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التي بإمكانها مَنْح المقاومة، إلّا أنَّ معرفة السِّلْسلة الوراثيّة كشفت الكثير من المعلومات في كافّة الأنواع التي تمّ اختبارها إلى الآن، بما فيها الرّاكِدة البومانيّة *Acinetobacter baumannii*، والكِلِبْسِلَّة الرِّئَويَّة *Klebsiella pneumonia* اللّتان بإمكانهما إصابة المرضى الأكثر ضعفًا في المستشفيات[2]. وفي الإمكان كذلك استخدام المعلومات التي يتمّ اكتشافها من معرفة السِّلْسلة الوراثيّة للتأكيد على حدوث بدايات للمرض؛ وبالتّالي تساعد في كبحها أيضًا.

بالرَّغم من توفُّر تقنيّات للكشف عن السِّلْسِلة الوراثيّة الجرثوميَّة منذ سنوات، إلّا أنّ وجود هذه التّقنيات لم يدخل في العلاج الروتيني للمرضى حتى الآن. واليوم، ومع إمكانيّة إتمام الكشف عن سلسلة الجينوم الكامل لمُمْرِض ما، في أقلّ من يوم واحد، حان الوقت لبدء استخدام هذه التّقنيّات؛ لمُكافحة أنواع العدوى الخطرة وعلاجها، على الأقل في بُلدان العالم المُتطوِّرة. وسيتطلَّب ذلك تطوير مسألتين: تتمثَّل المسألة الأولى في تعريف مُختبرات التَّشخيص المحليَّة على عمليَّة الكشف عن السِّلْسلة الوراثيّة، بينما تتمثَّل المسألة الثانية في تطوير أدوات آليَّة لترجمة الجينومات التي يتم اكتشاف سلسلتها حديثًا. وهاتان المسألتان تتطلَّبان وجود الرَّغبة في الاستعداد لتلبيتهما أكثر من وجود القدرة على الاختراع.

معلومات مفيدة

كان متوسط العُمر المُتوقَّع للطفل الذي وُلد في الولايات المتحدة الأمريكيّة عام 1930 نحو 60 عامًا؛ أمّا مَن يُولَد اليوم، فيبلُغ متوسط عمره المتوقَّع نحو 80 عامًا. وقد أسهمت المُضادات الحيويّة ـ وفق بعض التّقديرات ـ في حوالي 10 سنوات في هذه الزيادة في متوسّط العمر، إلّا أنَّ هذه المكاسب التي تمّ تحقيقها في زيادة متوسّط العمر المتوقَّع واقعةٌ تحت تهديد تنامي مُقاومة المُضادات الحيويّة في الوقت الرّاهن[3]. وفي حقبة «ما بعد المُضادات الحيويّة»، لُوحِظ أنه حتى أنواع العدوى البسيطة قد تُصبح فتّاكة». والأسوأ من ذلك.. أنّه بدون توفُّر مضادات حيويّة فعّالة، قد تصبح معظم الممارَسات الطبِّيَّة ـ بما فيها العمليّات الجراحيّة الروتينيّة، وعمليّات الطوارئ، وزراعة الأعضاء، والعلاج الكيميائي ـ أقلَّ أمانًا.

قد تُساعد معرفة السِّلْسلة الوراثيّة الجُرثوميّة الأطباءَ في اختيار أنواع المضادات الحيويّة الأكثر فاعليَّة لمرضاهم، رغم أنّها لا تُتيح الكشف عن أشكال المقاومة التي ظهرت في الماضي ولم تُوَثَّق. وبإمكان معرفة سلسلة الجينوم ـ بالتّزامُن ـ الكشف عن الطفرات والجينات المكتسَبة التي تمنح المقاومَة لكثير من المضادات الحيويّة. وعلى النَّقيض من ذلك.. فتفاعُلات سلسلة البوليمرات الفوريَّة (PCR) ـ وهي طريقة محدودة أكثر لتحليل للحمض النَّووي DNA ـ لا تُتيح الكشف إلّا عن عددٍ قليل من المُؤشرات المعروفة للمُقاومة في عيِّنةٍ ما. وقد أظهر تحليل[1] السِّلْسلة الوراثيَّة الذي أجريناه في عام 2013 أنَّ مريضًا بالسُّل قد أُصيب بعدوى لخليطٍ من سُلالتين، كل منهما مُقاوِمة لأكثر من اثني عشر مضادًّا من المُضادات الحيويّة، وبعضها لا يتمّ تقييمُه بشكل روتيني (انظر: «تنامي المقاوَمة»).

> **«في حقبة ـما بعد المضادات الحيويَّة، لُوحِظ أنه حتى أنواع العدوى البسيطة قد تصبح فتّاكة».**

هذا.. وقد استخدمت عدة مجموعات بحثيَّة تحليل السِّلْسلة الوراثية؛ لتَقَصِّي وقوع بدايات للمرض لأنواع من المُمْرِضات المُقاوِمة لأدوية متعدِّدة في المستشفيات. فمثلًا، ساعدت تحقيقات[4] جينوميَّة ارْتِجاعيَّة لبدايات المرض ـ وقعت في عام 2011، لانتشار الكِلِبسلَّة الرِّئويَّة في مؤسسات وطنية أمريكية لمركز الصحة الإكلينيكي في بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ الباحثين على إعادة بناء المسارات التي سلكتها العدوى ـ على الأرجح ـ للانتقال. وانتهوا بالكشف عن شبكةٍ اشتملت على مرضى لم تظهر عليهم أعراض الإصابة، وأجهزة طبيّة ملوَّثة. كان بوسع ذلك أن يقود إلى بناء تدابير وتدخُّلات مُوجَّهة، بما فيها مراعاة النَّظافة وإجراءات التعقيم.

الحاجة إلى السرعة

تلتقط الجينومات البشريَّة الضوء في مُعظم النّقاشات التي تدور حول المكاسب والحواجز التي قد تعترض إدخال تحليل السلسلة الوراثيّة لمجال العناية الصحيَّة. ومع ذلك.. يسجِّل تحليل السّلسلة الوراثيّة للمُمْرِض فوزًا سريعًا، إذ تُتيح أفضلُ الأجهزة لتحليل السِّلسلة الوراثيّة ـ المتوفِّرة في الأسواق، ويبلغ ثمنها حوالي 125،000 دولار أمريكي ـ إتمام تحليل عدة جينومات بكتيريّة في اليوم الواحد، بتكلفة زهاء 159 دولارًا أمريكيًّا للعيِّنة الواحدة، وهذا ضعف ما يكلفه استخدام تفاعل سلسلة البوليمرات (PCR) التي تكشف عن وجود مقاومة لنوع واحد من الدّواء في كل مرة.

إنّ الأشخاص الذين يمهِّدون لإدخال تقنيّات تحليل السِّلْسلة الجينيَّة للاستخدام البشري في إطار العيادة، عادةً ما يرمون إلى تأسيس مرافق كبيرة ومركَّزة؛ من أجل ضبط التّكاليف، والحِفاظ على الجودة، وتسهيل مشارَكة المعطيات. يبلغ الإطار الزّمني المستهدَف لإنهاء المهمة 15 يومًا، أو ربّما أقل، بنهاية برنامج إنجلترا للجينوميّات، الذي يستمر لمدة 5 سنوات، ويهدف إلى إتمام تحليل التسلسُل لـ100،000 جينوم بشري بحلول عام 2017، حسب ما أعلنه مارك كولفيلد، العالِم الرئيس في برنامج إنجلترا للجينوميّات. ومن الممكن التّماشي مع هذا الإطار الزّمني، لأنّ المعطيات قلَّما تكون مرتبطة بظروف تشكِّل تهديدًا عاجلًا للحياة.

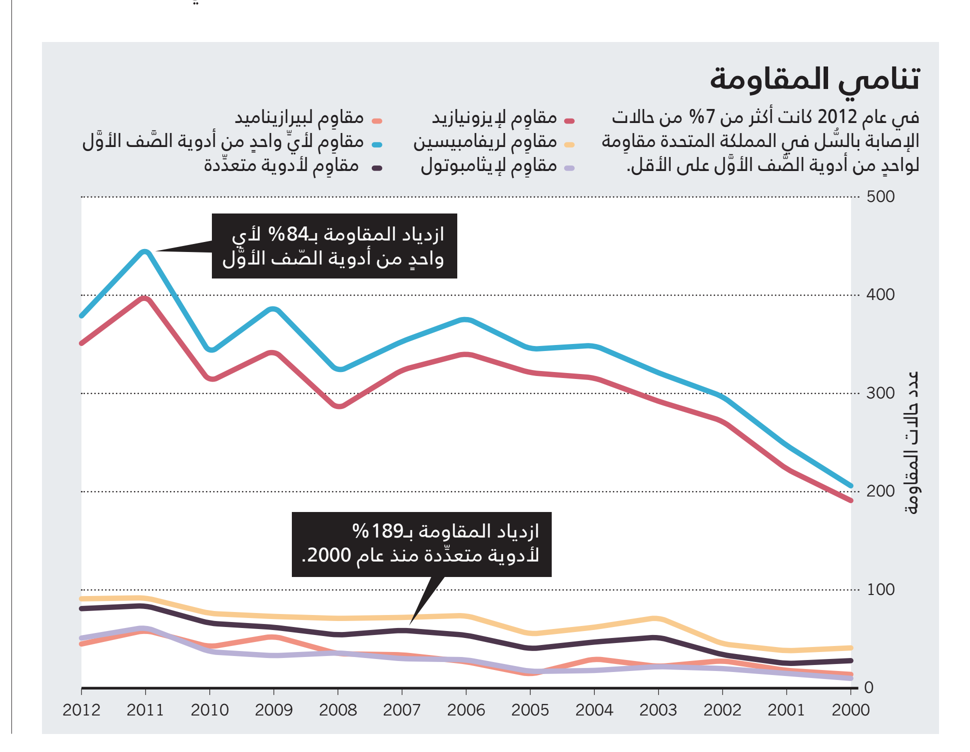
بينما تشكِّل السرعة مطلبًا مهمًّا عند الحديث عن الأمراض السَّارية، فبالإمكان التَّحقُّق من نشوء بدايات أمراض، والقضاء عليها سريعًا وهي لا تزال في طورها الأول. فخلال ساعة من الحصول على النّتائج، بمقدور الأطباء مواءمة علاجاتٍ لمرضاهم الذين يتلقّون العلاج في المستشفيات، وتوفير الدواء الصحيح بالجرعة المضبوطة، وبالكيفيّة المناسبة. ولن تقتصر الفائدة من هذه الدِّقة في التعامل مع العدوى على المرضى وحدهم، بل ستتجاوز إلى مزيدٍ من الأشخاص. فالعدوى التي يتم القضاء عليها بسرعة مع تحقيق الشفاء للمصابين تكون أقلَّ انتشارًا. كما تؤدِّي الدّقة في استخدام الأدوية المناسِبة إلى حصر استخدام الأدوية غير الفعّالة، وخَفْض الضغط الانتقائي للمقاومة، والتقليل من تعطيل بكتيريا الأمعاء (البيومات المكروبيَّة (microbiomes)، دون جدوى. وبالتّالي، يجب تحليل السِّلْسلة الجُرثوميَّة للمريض في أقرب وقتٍ ممكن، وتفادي التأخير المنوط برَبْط وشحن العيّنات. وهذا أمرٌ ممكن التطبيق.. فمُختبرات الأحياء الدقيقة الإكلينيكيَّة في الدول المتطوِّرة جاهزة، ولديها سجلٌّ حافل بتَبَنِّي تقنيّات جديدة. ومثال ذلك.. انتشار تقنيّة قياس الطيف الكُتلي (mass spectrometry) الذي بدء قبل نحو 5 سنوات لتحديد المُمْرِضات، استنادًا إلى مؤشراتٍ من ببتيدات جرثوميّة. كما تبنَّت المُختبرات التّشخيصيّة تقنيّة التّفاعل الفوري لسلسلة البوليمرات (PCR)، الذي دخل مضمار المختبرات التّشخيصيّة قبل نحو عقد من الزمان.

بالإمكان تطبيق آليّات موجودة ومُستخدَمة في تطوير إجراءات قياسيّة تفعيليّة؛ لاستخدامها في مجال تحليل السّلسلة الجرثوميّة. فللمُختبرات التَّشخيصيّة أنظمة مضبوطة بإحكام؛ لجمع وتعقُّب ومعالجة العيّنات. ولهذه المختبرات أنظمة توقيت دوريَّة تحدِّد نظام عمل معيّنًا، وتُتيح ربط نتائج الاختبارات بالمرضى، ومعلومات مكافحة العدوى، كما يُتّبع فيها نظام معلوماتي يضمن الحفاظ على السِّرِّيَّة وخصوصيَّة المرضى.

لقد تمَّ التَّعرف على سلسلة فيروس نقص المناعة المكتسبة HIV في المُختبرات التَّشخيصيّة، بحيث يتمّ تطبيقه ـ بفترات متقطعة ـ على حياة المرضى للكشف عن أيِّ ظهورٍ لفيروسات مُقاومة للعلاج. ومن المُحتمل استخدام تقنيّة الكشف عن السِّلْسلة الجينيّة لفيروسات

تنامي المقاومة

في عام 2012 كانت أكثر من 7% من حالات الإصابة بالسُّل في المملكة المتحدة مقاومة لواحدٍ من أدوية الصّف الأوَّل على الأقل.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



أخرى قريبًا أيضًا. وبالتَّزامن مع نزول عدد كبير من العقاقير الدّوائيّة الجديدة لمعالجة فيروسات التهاب الكبد الوبائي (بي)، و(سي) إلى الأسواق، سيكون من الضروري الكشف عن وجود مقاومة في التّجارب الدّوائيّة على فيروس التهاب الكبد، وفي العناية الإكلينيكيّة.

التَّحليل الآلي

يشكِّل النَّقص في أدوات التَّحليل الآليّ الحاجز الأكبر الذي يقف حجر عثرةٍ أمام إدخال تقنيّة الكشف عن السِّلْسلة الجرثوميَّة إلى العيادة. فبعد أنْ يتوصَّل تقنيُّو المُختبر للكشف عن السِّلسلة الجرثوميّة للعامل المُمْرِض، هناك حاجة إلى تحويل المعطيات لصيغة مفهومة لغير المُتخصصين في هذا المجال.

من السيناريوهات المحتمَلة.. إتاحة الوصول للأطباء الإكلينيكيين ـ كمُستخدِمين مسجَّلين ـ إلى نظام عبر الإنترنت. وهذا هو النّموذج المُتَّبع في ترجمة نتائج تحليل فيروس نقص المناعة HIV. فبرنامج «HIVdb» من جامعة ستانفورد بكاليفورنيا يستقبل من المُستخدمين المُسجَّلين فيه طلبات لإجراء يحِيل السِّلسلة إلى جينات رئيسة، ويساعد البرنامج في التّنبُّؤ بمستويات المقاومة لبعض الأدوية الشائعة. فمن المُحتمل أنْ يحذو تحليل عوامل مُمْرِضة أخرى حذو مثل هذا البرنامج: ستُقارَن مُعطيات جينيّة بعد أن يتمّ تسلُّم الطلب بتحليلها، مع قاعدة بيانات مرجعيّة لبدائل معروفة، وفحص كيفيّة تأثيرها على حساسيّة الدواء. وكي يكون هذا النّظام فعَّالًا، لا بُدَّ من توفير صيانة فائقة لقواعد البيانات المرجعيَّة، إذ يتوجب إدراج واختبار بدائل جديدة فيما يتعلَّق بتأثيراتها على حساسيّة الأدوية.

في البداية، سيكون من المستحيل تطوير قناة ترجمة واحدة تحيط بكافّة معطيات السَّلاسِل الجرثوميّة. فمثلًا، يختلف الكشف عن مقاومة بكتيريا تسبِّب نوعًا من العدوى الحادَّة عن الكشف عن مقاومة الفيروسات التي تسبب العدوى على المدى البعيد. كما أنَّ نوع التّحليل اللازم للتنبُّؤ بمقاومة المُمْرِض للدواء يختلف أيضًا عن التّحليل اللازم للتحقيق في حدوث بدايات المرض. وعلى وجه الخصوص، بدلًا من إجراء مسح للكشف عن إشارات لوجود مقاومة، يجب مقارنة الجينومات التي يتم التعرُّف على سلسلتها حديثًا بأخرى غيرها؛ للفحص والتَّقييم في مسألة إذا ما شوهِد من قبل في مستشفى ما جينوم ذو صلة بهذه التي اكْتُشِفت مؤخرًا، وإنْ كان الأمر كذلك، فمتى حدث؟ وأين؟.

من المحتمَل أن تقود المنافسات الأكاديمية والتجارية إلى ظهور جناحٍ يعرض أدوات ممتازة، إلَّا أنّ المعطيات ستكون أكثر قُوةً، إذا أُتيحَ ربطُها ببعض. قد يوفِّر تجميع عمليّات الكشف عن السِّلسلة الجرثوميَّة التي يتم إنجازها في بلدٍ ما رَصْدًا محليًّا لظهور وانتشار المقاومة الجرثوميّة. ولأنَّ المقاومة الجرثوميّة باتت مشكلةً عالميّةً، فهناك حاجةٌ إلى إنشاء روابط إضافيّة لتأسيس قاعدة بيانات عالميّة. وتمثِّل هذه فرصة غير مسبوقة للكشف عن ظهور مقاومة وتهديدات لأمراض جديدة. كما قد يعمل كنظام تحذير مبكِّر لظهور سُلالات لا تتوفَّر لها اللّقاحات المُضادة.

إيجاد التمويل

بالرّغم من أنّ المكاسب المحتمَلة من إنشاء شبكة عالميّة كهذه تظهر جليَّةً للأذهان، إلَّا أنَّ مسألة تمويلها تبدو أقلّ وُضوحًا. وتدعم تمويل الأبحاث للمصادقة على التّقنيات والأطُر الزمنية ـ على المدى القصير ـ ترجمة السّلاسل الجرثوميّة في العيادة إلى حدّ بعيد، إلَّا أنّ صيانة برنامج عالميّ على المدى البعيد ستتطلَّب اتِّباع نموذج مُغايِر للتمويل.

«المُحدِّد الجُرثومي العالمي» هي مبادرة أُطلقت في عام 2011؛ لبناء قاعدة بيانات جينوميَّة وبائيَّة؛ لتحديد الكائنات الدّقيقة التي يمكن استخدامها للكشف عن حدوث بدايات مرض، ومقاومة المضادات الجرثوميَّة، وظهور عوامِل مُمْرِضة. وقد انضمَّ خبراء من أكثر من 30 دولة إلى هذه المبادرة. كما تجذب الجهود المبذولة في إطار هذه المبادرة اهتمام المُموِّلين، والحكومات، والمؤسسات الأكاديميَّة.

من المسائل الأساسيَّة التي تستوجب التوقُّف عندها.. تحديد الجهات التي سيُسمَح لها بالوصول إلى المعطيات الخاصّة بالجينات الجرثوميَّة التي يتمّ التَّوصل إليها خلال تقديم العناية الإكلينيكيَّة. وسيكون من المفيد مشاركة المعطيات مع مجموعات الأبحاث وشركات العقاقير الدوائيّة؛ لتطوير أدوية، وتقييم التَّدخلات العلاجيَّة، لكن لا بُدّ من إنشاء أساليب وقائيّة لحماية المعلومات الشخصيَّة للأفراد. وبإمكان استخدام التَّحليلات التي تُنفَّذ على الجينومات الجرثوميَّة في كشف مسار انتقال العدوى بين الأشخاص، وهو أمرٌ في منتهى الحساسيَّة، خاصَّةً عند الحديث عن الأمراض المنقولة جنسيًّا. ومسألة استخدام معطيات تتناول السلسلة الجينيّة الفيروسيَّة في قاعات المحاكم، مثلًا، لإثبات انتقال فيروس HIV بشكل مُباشر بين شخصين، هي مسألة غير سليمة، وغير مُرَحَّب بها[5]. وفي هذا المُقام، لا بدَّ من استخدام أنظمة آمنة من التّعطُّل، وعَصِيَّة على وصول أفراد غير مُصرَّح لهم بالوصول إلى هذه المعطيات.

إنّ تطبيق تقنية الكشف عن السلسلة الجينوميّة الجرثوميَّة سيُحسِّن العناية بالمريض، وسيُعزِّز الصحة العامّة. ومع اتِّضاح مسألة إمكانيَّة تطبيقها والمسألة الاقتصاديّة، لا بُدَّ من توفير الإمكانيَّة اللوجستيَّة لِجَنْي هذه المكاسب. وبوجود أدوات التَّحليل الآليّ، ووضع الإجراءات المعمليَّة في نصابها، بوسع تطبيق هذه التِّقنيّة مساعدة المرضى، وإيقاف بدايات حدوث الأمراض، وإنقاذ العالم من حقبة ما بعد المضادات الحيويّة. ■

شارون بيكوك أستاذة علم الأحياء الدَّقيقة في جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة، ومستشارة فخريَّة في علم الأحياء الدّقيقة لوكالة الصحة العامّة Public Health England ولمستشفيات جامعة كمبريدج التابعة لأمانة هيئة الخدمات الصحية الوطنية (Cambridge University Hospitals NHS Foundation Trust)
البريد الإلكتروني: sjp97@medschl.cam.ac.uk

1. Köser, C. U. *et al. N. Engl. J. Med.* **369,** 290–292 (2013).
2. Reuter. S. *et al. JAMA Intern. Med.* **173,** 1397–1404 (2013).
3. World Health Organization *The Evolving Threat Of Antimicrobial Resistance: Options For Action* (WHO, 2012).
4. Snitkin, E. S. *et al. Sci. Transl. Med.* **4,** 148ra116 (2012).
5. Bernard, E. J. *et al. HIV Med.* **8,** 382–387 (2007).

تقنية المعلومات

مُلْهَـم الإنترنـت المَنْـسِيّ

يتأمّل **فيليب بول** في قصة أمين المكتبة الذي حلم بشبكات المعلومات.

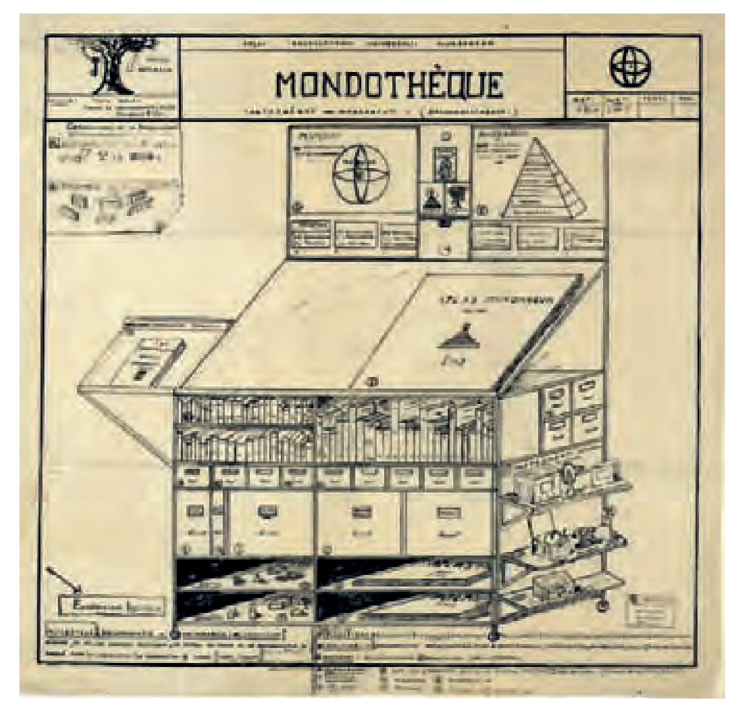
تُعَدّ شبكة الإنترنت إنجازًا رئيسًا لعصر الحاسوب، لكن المفهوم في واقع الأمر ـ كما يبيِّن أليكس رايت، أحد محرِّري «نيويورك تايمز» السابقين في كتابه «فهرسة العالم» *Cataloging the World*، الذي قام بتمحيص وبحث محتواه بدقة ـ يسبق التقنية الرقمية. ففي أواخر القرن التاسع عشر، تصوَّر أمين المكتبة البلجيكي بول أُوتلِت منظومات لجمع وتخزين واسترجاع كل المعرفة الإنسانية تلقائيًّا، وتوزيعها عن بُعْد. ويتبيّن هنا أنه يوجد تشابه واضح بين أفكاره وطرق أرشفة المعلومات والتشبيك على الإنترنت. ويقدم رايت حُجَّة مقنعة، مفادها أن أُوتلِت ـ الذي غمره النسيان الآن إلى حد كبير ـ يستحق أن يُعَدّ في مصاف مخترعي مفهوم الإنترنت.

يضع رايت عمل أُوتلِت ضمن إطار سردي أوسع؛ لترتيب وفهرسة المعلومات. يعود تاريخ خلاصات المعرفة البشرية على الأقل إلى كتاب «التاريخ الطبيعي» (77-79 بعد الميلاد) لبليني الأكبر، ومختارات علماء عصر النهضة، مثل عالِم الطبيعة السويسري كونراد جيسنر، رغم أن تلك كانت عادةً خلاصات لمصادر غير مستشهَد بها. سعى أُوتلِت لجمع كل شيء.. الصحف، والكتب، والكتيبات، والصور، وابتكار طريقة للتصنيف تنافِس نظام ديوي العشري. يروي رايت قصة مؤثرة، كان يرددها العجائز ـ وربما كانت نوعًا من الخَرَف ـ عن أُوتلِت وهو يَرُصّ قناديل البحر على الشاطئ، ثم يضع عليها بطاقة فهرسة تحمل الرقم 59.33؛ وهو رمز الجوفمعويات في تصنيفه العشري العالمي.

تصوَّرَ أُوتلِت «الموندانيوم» Mundaneum كمستودع لجميع المعارف. وفي القلب من هذه المنظومة كان الفهرس العام، الذي يتألف من نظام لبطاقات فهرسة يضم أكثر من 15 مليون مُدخل، مُودَعَة في خزانات ملفات. ودعا أُوتلِت ـ مدركاً ضخامة الحيز، وحجم العمل الذي يتطلبه مثل هذا النظام ـ إلى تصغير الوثائق (على ميكروفيلم)، وخطّط لاستخدام نظم آلية لتحديد مواقع المعلومات، مثل محركات البحث في الخيال العلمي من نوع steampunk. اعتقد أُوتلِت أن هذه المعرفة يمكن بثها للمستخدمين، عن طريق الإذاعة، وتخزينها في محطات للعمل تُسمى Mondothèque، تكون مجهزة بقارئ ميكروفيلم، وهاتف، وتلفاز، ومشغّل تسجيلات.

كل هذا يمكن ربطه بالبرمجيات والأجهزة التي نعرفها اليوم، لكن رايت يعترف بأن المقارنة لا تذهب إلى أبعد من ذلك. كانت رؤية أُوتلِت متسقة مع المناخ الاجتماعي السائد في عصره، الذي كان يتسم بالمركزية، والإدارة الغالبة، والهرمية. لقد كان مختلفًا تمامًا عن الطبيعة المُوزّعة وذاتية التنظيم لشبكات النّدّ للنّدّ، التي تحققت بفضل ثورة الحاسوب الشخصي التي شكّلتها الثقافة المضادة في فترة الستينات والسبعينات.

إنّ التركيز الحقيقي في هذه القصة ليس على أنها سابقة للإنترنت، لكنْ لأنها تتعلق بالأحلام التي كانت تراوِد العديد من الناس قرب نهاية القرن التاسع عشر، وبعد الحرب العالمية الأولى، بنظام عالمي «يوتوبي». كان ذلك يمثل الرؤية الأكبر لأُوتلِت، التي كان الجمع والفهرسة مجرد وسائل لتحقيقها. وفي عام 1919، وبالاشتراك مع السياسي هنري لافونتين ـ أحد الملتزمين بالتعاون الدولي، والحائز على جائزة «نوبل» للسلام لعام 1913 ـ نجح أُوتلِت في التماسه للحكومة البلجيكية بتمويل خطط لجمع مجموعة معروضاته في جناح من مبنى ضخم في بروكسل. أطلق أُوتلِت على هذا الجناح قصر مونديال. تصوّر الرجلان «برلمانًا فكريًّا» للإنسانية كافة، يسهم فيه تنظيم المعرفة بقَدْر كبير نحو تحقيق رؤية الفيلسوف أوجست كونت لمجتمع تحكمه العقلانية. مَهَّدَت أفكار الرجلين ـ جزئيًّا ـ الطريقَ لتأسيس عصبة الأمم والأمم المتحدة - رغم أن أُوتلِت ذُهِل عندما قرر مؤتمر باريس للسلام في عام 1919 تأسيس عصبة الأمم في جنيف، بسويسرا المحايدة، بدلاً من بروكسل، لكن هدفهما كان أكثر جلالًا و«يوتوبيّة» وغرابة من ذلك بكثير.



MUNDANEUM, BELGIUM

محطة عمل بول أُوتلِت، التي أطلق عليها Mondothèque.

رغِب المفكرون التقدميون من أمثال إتش جي ويلز (الذي قرأ أُوتلِت أعماله) في تأسيس حكومة عالمية في فترة ما بين الحربين العالميّتين، لكن خطط أُوتلِت كانت تبدو ـ في كثير من الأحيان ـ بعيدة عن الحقائق الدنيوية. لقد انجرفت نحو المفاهيم الصوفية لتسامي الروح البشرية. وفي موضوع تأثره بالتصوف، يبدو أن أُوتلِت تصوَّر أن التعلم يمكن أن ينتقل ليس فقط عن طريق دراسة متأنية للوثائق، ولكن عن طريق لغة بصرية رمزية في الملصقات والمعروضات. ففي أواخر العشرينات، قام هو والمهندس المعماري لوكوربوزييه بوضع خطة لإنشاء «موندانيوم» كمجمّع من المباني، مليء بالرمزية المقدسة، أيْ كمعبد بقَدْر ما هو مكتبة. يغض رايت الطرف عن التراث الحقيقي لهذه الأفكار: كان سلف أُوتلِت هنا ليس جيسنر، ولكن الفيلسوف الإيطالي توماسو كامبانيلا، الذي وصف في عام 1602 «مدينة الشمس» التي يتشرب فيها المواطنون المعرفة من لوحات جدارية كبيرة ومعقدة. يبدو أن هذا الجانب من أحلام أُوتلِت يعود إلى الأفلاطونية الحديثة، ومذهب الغنوصية، بقدر ما يتطلع إلى عصر المعلومات والإنترنت. ولعله من غير المُستغرب أن الساسة ظلوا غير مقتنعين؛ مما أصاب أُوتلِت بالإحباط والفشل في نهاية المطاف.

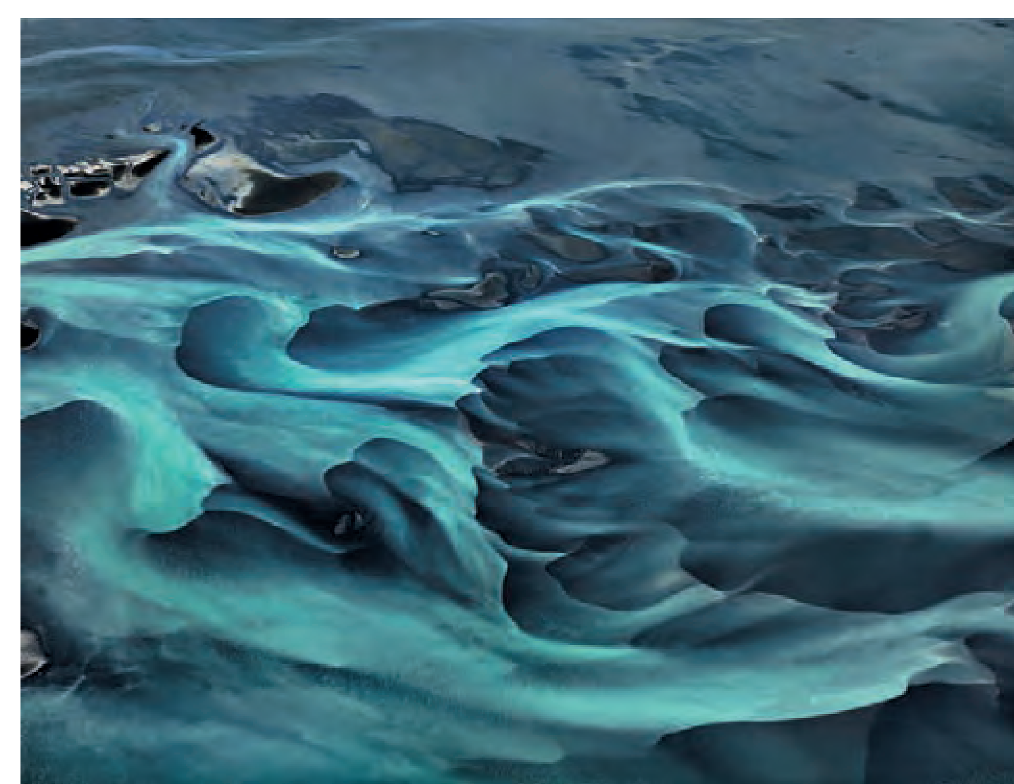
لا شك أن إمكانية الوصول مؤخرًا إلى كتاب «المبادئ» لإسحاق نيوتن على الإنترنت كانت ستسعد أُوتلِت. ومعرفة أن حركةً أكبر من ذلك بكثير لمرور البيانات على الشبكة تُستنفَد لنقل صور القطط والمواد الإباحية كانت ستحبطه بالتأكيد. لقد أُحبط بما فيه الكفاية.. فـ«الموندانيوم» الفعلية لم تتجاوز مجرد زاوية من المبنى الذي استضاف قصر مونديال، وطلبت منه الحكومة إخلاء المكان في عام 1924؛ لإفساح المجال لمعرض عن المطاط. وبعد خسارته تمويلَ مشروع الفهرسة في عام 1934، تشبَّث أُوتلِت برُكْن من أركان المبنى، إلى أنْ دمَّر النازيُّون معظم مجموعة معروضاته في عام 1940.

اضمحل ما تبقى من المجموعة لعقود في مبانٍ مختلفة في بروكسل؛ وما نجا منها موجود الآن في «موندانيوم» جديدة في مونس، كانت في السابق مكانًا لتجمُّع السيارات. وهناك موندانيوم أخرى في بروكسل، تتمثل في قاعة للمؤتمرات أُطلق عليها هذا الاسم في مكتب «جوجل» بأوروبا، وكانت تلك إشادة مناسبة بأُوتلِت، في حين قدَّم رايت بكتابه هذا إشادة أخرى. ■

فهرسة العالم: بول أُوتلِت وميلاد عصر المعلومات
أليكس رايت
أكسفورد يونيفرسيتي برس، 2014.

فيليب بول كاتب يقيم في لندن. سوف يصدر كتابه القادم «الخفيّ *Invisible*» في شهر أغسطس القادم.
البريد الإلكتروني: p.ball@btinternet.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



EDWARD BURTYNSKY

يُعتبر نهر أولفوسا هو أكبر الأنهار حجمًا في أيسلندا.

التنمية

أحلام خلف السدود

غَمَرَ الإعجابُ مونيا بيكر وهي تشاهد برنامجًا وثائقيًّا يتابع علاقة البشر المعقَّدة بالمياه.

لم يكن التدهور البيئي بمِثْل هذا الجمال الفني الأخّاذ من قبل. فعلى امتداد 92 دقيقة، يغمر الفيلمُ الوثائقي «الأثر المائي» Watermark مشاهديه بصور مذهلة حول قيعان الأنهار الجافة، ومخططات الريّ الغريبة، والسدود، وتربية الأحياء المائية على مستوى المدن. يُعتبَر هذا الفيلم ـ الذي أنتجه المصوِّر إدوارد بيرتينسكي، بالتعاون مع جنيفر بيكوال، والمصور السينمائي نِك دي بينسيير ـ ثمرةَ عمل استمَرّ لمدة خمس سنوات، قام خلالها بيرتنسكي بتوثيق كيف قامت المياه بصياغة الحضارة البشرية، وبالعكس. أصبح بيرتنكسي وزملاؤه متخصِّصين في التصوير الجوي، من خلال قيامهم بتصوير فيديوهات شديدة الدقة، حيث وضعوا الكاميرات على روافع عالية، وقاموا بتصوير المناطق الأرضية المفتوحة عن طريق المروحيّات، والطائرات بلا طيار التي احتوت على كاميرات يتم التحكم فيها عن بُعْد.

يغطِّي الفيلم الوثائقي حوالي 20 قصة على امتداد 10 دول تم التصوير فيها، تتضمن مناطق متعددة، من المسطحات الجليدية إلى المناطق العالية في الغلاف الجوي فوق الأرض. تبيِّن هذه القصص كيف تتم دراسة الأنظمة المائية، وكيف يتم تحويل مسارها وتلويثها لتحقيق الأرباح المالية، أو للترفيه والمتعة، مع وجود تغطية مثيرة للاهتمام حول المجتمعات والمساحات الأرضية المرافِقة للأنظمة المائية. لا يُعتبَر الفيلم دعوة إلى العمل، ولكنْ إلى المعرفة، حيث يقول بيرتنكسي إنّ صوره قد تكون مناسبة لوضعها على غلاف تقرير شركة متخصصة في التعدين، أو في حملة استقطاب تمويل لحماية البيئة، ولكن الرسالة واضحة في كل الحالات.

غالبية القصص تبدأ على شكل ألغاز، حيث يسود الصمت في بداية الفيلم، بينما يتم عرض مجموعة من البقع ذات اللون البني، وذات الارتفاع الكبير، التي يتضح فيما بعد أنها مشروع لإزالة الطمى من سد زياولانجدي على مسار النهر الأصفر في الصين. تنتقل الصورة فورًا إلى إظهار طبقة من الطين الجاف والمشقوق، الذي هو بمثابة شبح لنهر مكسيكي لم يَعُدْ يصل إلى البحر. تقول امرأة صغيرة الجسم، ذات وجه تغطِّيه التجاعيد، كانت تسكن المنطقة في السابق، باللغة الإسبانية: «في وقت ما، كان النهر جميلًا». وكأنها تخشى أن تتذكر حلمًا، مغزاه أنْ تستعيد إنستيا جونزاليس ساينز كيف وُجِدَ السَّمَك الجميل في دلتا نهر كولورادو الذي تحوَّل الآن إلى صحراء بفعل السدود التي أقيمت على مساره، ومنها سد هوفر على بُعْد أقل من ساعة بالسيارة من مدينة لاس فيجاس في ولاية نيفادا.

بشكل تدريجي وبطيء يتم التركيز على مشهد يبدو كأنه يمثِّل السماء في الليل، ولكنْ ما يظهر في النهاية هو كومة من الأسطوانات المعدنية اللامعة المليئة من الداخل بكميات من الجليد المركزي الذي تم الحصول عليه عن طريق حَفْر عميق في المسطحات الجليدية في جرينلاند. تمثل هذه الصور أيضًا قلب المضمون العلمي في الفيلم، حيث يقوم يورجن بيدر ستيفنسون، ودورتي دال يانسن اللذان يدرسان هذه العيِّنات الجليدية بتوضيح المعرفة التي تكشفها هذه العينات حول المناخ القديم، وكيف يمكن للمناخ أن يتقلب بسهولة ما بين مراحل ثابتة، بعضها يكون غير قابل لدعم استمرارية حياة البشر. وعن طريق الدمج ما بين المياه والإثارة الشديدة، يفسِّر الباحثان أيضًا نظرية أنّ المحيطات في كوكب الأرض قد تم تكوينها عن طريق المُذَنَّبات التي تحمل المياه.

الأثر المائي
إخراج: إدوارد بيرتينسكي وجنيفر بيكوال
2013; حاليا بدور العرض

يلتقط بيرتنسكي في الفيلم الوثائقي الكثيرَ من الجهود على نطاق واسع؛ للسيطرة على المياه وإدارتها، سواء في الأزمان القديمة، أم في الوقت الحاضر. في مَزَارِع الأرز ذات الانحدار الجانبي الشديد والمصاطب الكثيرة في مقاطعة يونان الصينية الريفية يقضي مراهق صيني أوقاته أثناء اليوم في السير وحيدًا لحراسة المياه، بحيث يضمن ألّا يقوم أحدٌ بتغيير مسار المياه التي تسقي حقله، وكذلك حقول العائلات الأخرى من المزارعين. تُظْهِر صور التتابع الزمني لعملية بناء سد زيلودو في مقاطعة يونان ما مجموعه كميات شهر كامل من المياه المتدفقة من النهر، تقوم بتحويل الأراضي إلى مسطح مائي، وبعد ذلك تُظْهِر الصور عنكبوتًا صغيرًا يحاول عبثًا تَسَلُّق قمة تل من الأنقاض، بينما تجد أقدامه الصغيرة الباحثة عن الأرض الجافة المياه في كل مكان حوله.

لا تتجاهل عدسة بيرتنكسي العالَم المتقدم. إذ تبدأ التعاقبات التصويرية داخل بركة سباحة معقمة بمادة الكلور. وبينما ترتفع زاوية التصوير، نجد أن البركة هي بمثابة حوض من الإسمنت الذي يُوجد بدوره داخل المياه في «ضفّة ساحلية» في ولاية كاليفورنيا مبنيّة بشكل هندسيّ. تتميز الشوارع الملتفة بوجود نقاط متشابهة تمثل منازل متطابقة، والكثير منها يتضمن برَك سباحة، تمتد بطرفها الخارجي إلى حوض النهر. يعطي هذا المشهد صورة جميلة، ولكنها مثيرة للاشمئزاز في الوقت نفسه.

في تسلسل آخر من الصور حول الزراعة، تحلِّق مروحيّة فوق مسطح أرضي مصنوع بطريقة مثيرة للإزعاج، يتكون من دوائر بُنِّيَّة وخضراء في ولاية تكساس. تم تكوين هذه التشكيلات عن طريق أنابيب ريّ دائرية، تقوم بتجفيف حوض أوجالالا الجوفي تحتها بشكلٍ أسرع من إمكانية إعادة شحنه طبيعيًّا. يقول طيار المروحيّة لبيرتنسكي إنّ كَمًّا من المياه يُعتبَر أكبر من بحيرة إيري تم استنزافه حتى الآن بالفعل من الحوض الجوفي.

من الممكن أيضًا أن تكون المياه أحد أشكال المخلفات، وليست فقط مصدرًا. ففي مدبغة جلود عطشى للمياه في دكا عاصمة بنجلاديش يتم التخلص من مياه ملوثة زرقاء اللون في نهر بوريجانجا. يقوم أحد الكيميائيين في المصنع بفتورٍ بالغ بوصف عملية الدبغ التي تَستخدِم الكثير من المواد السامة. في أحد المشاهد تقوم نسوة يرتدين الساري التقليدي وقفازات مطاطية سوداء بتجميع أكوام من المخلفات، وهن يقفن حافيات الأقدام على معادن ملوثة بمادة الكروميوم.

في نهج ميتافيزيقي دقيق علميًّا، يقوم أحد سكان كندا الأصليين بوصف المياه بأنها مادة التواصل الروحي بين الناس، حيث يُذَكِّرنا من موقعه في زورق وسط بحيرة شمالية في كولومبيا البريطانية بشبكة فريدة من علاقات القربى في وادي النهر، حيث إنّ كل كائن حي في هذه المنطقة مكوَّن من مادة مشتركة بين الجميع، ألا وهي المياه. ■

مونيا بيكر محرِّرة التعليقات في دوريّة «نيتشر»، وتقيم في سان فرانسيسكو، كاليفورنيا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

في مجموعة المجرات 1E0657-56، المادة العادية مبيَّنة باللون الزهري. ويُشير اللون الأزرق إلى معظم كتلة مجموعة المجرّات التي يُفترض أنها مادة مظلمة.

NASA

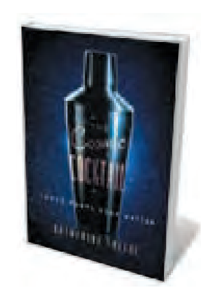
علم الفلك

المـــادة، والخلطـــة الكونـيـــة

ابتهاج **فرانسيس هالزِن**، بسبب رواية عن السعي إلى كشف جسَيْمات المادة المظلمة.

إنه لأمرٌ عظيم أن يميط عِلْم الكون الدقيق اللثام عن كَوْنٍ غريب، يتكون من: 7 أجزاء من الطاقة المظلمة، و 2.5 جزء من المادة المظلمة، و 0.5 جزء من غازَيْ الهيدروجين والهليوم (مع آثار ضئيلة من العناصر الكيميائية الأخرى). أمّا النجوم، والنيوترينوات، وفوتونات الأمواج المكروية، والثقوب السوداء فائقة الكتلة ـ التي تمثِّل البقية ـ فلا تضيف إلى ذلك كثيرًا. يُخبرنا كتاب «الخلطة الكونية» *The Cosmic Cocktail* ـ لعالمة الفيزياء الفلكية كاثرين فريْز ـ عن كيفية توصُّلنا إلى هذه الوصفة الغريبة، وماذا يمكن أن تعني، وما يمكن أن يأتي فيما بعد.

الكتاب نفسه هو خلطة تمزج العلم بالسيرة الذاتية. فعندما يهدِّد طوفان الحقائق والشروح القارئَ بإرباكه، تُبهجنا فرِيْز بشذرات من حياتها الشخصية. وبذلك نحصل على معلومات عن أماكنها المفضّلة في مدينة نيويورك للرقص وتناول كأس من المشروب، أو للتزلُّج في أسبِن بكولورادو، إضافة إلى حكاياتها المسلِّية عن عمل صيَّادي المادة المظلمة الذين قابَلَتهم وتعاونت معهم، ومنهم برنارد سادولِت، وخوان كولار. أما الصورة التي رسمتها لرائد الجسَيْمات الفلكية ديفيد شرَمّ، الذي توفي في عام 1997 على نحو مأساوي وهو يحلِّق بطائرته متجها إلى بيته بمناسبة عيد الميلاد، فقد كانت بالغة التأثير. وكل ما أوردته كان مؤثِّرا، فهي لم تكن مُمِلَّة قط، لا في كلامها المنثور، ولا في حياتها. وكتابها هو رؤية شخص من الداخل لكيفية تطوُّر علم الكون، منذ ستينات القرن الماضي، من عِلْمٍ هامشيّ إلى تخصُّص يدفع بحدود الفكر في الفيزياء إلى الأمام، وذاك تطوُّر كان لفرِيْز فيه دور جَلِيّ فعال.



الخلطة الكونية: مادة مظلمة ذات أجزاء ثلاثة
كاثرين فريز
مطبعة جامعة برينستون، 2014

لقد أعطتنا فرِيْز ـ رائدة الخلطة الكونية بلا منازع ـ سلسلة من المقدِّمات الواضحة والمفهومة إلى المفاهيم المفتاحيّة لعلم الكون، وتقنياته الرَّصْدية. ولم يكن نهجُها مصطنعًا، بل كان دائمًا يقوم على معطيات كَمِّيَّة. وكانت معالجتها للتركيب النووي جوهرية، فقد بيَّنت كيف أن الفيزياء النووية للانفجار العظيم المبكر تركتنا مع كون مادته العادية مؤلَّفة ـ في معظمها ـ من الهيدروجين والهليوم، حتى إنها حسبت نسبة هذين الغازين من خلال تقديم اثنتين من المعادلات القليلة جدًّا في الكتاب.

تَرَكَّز اهتمام معظم الكتاب في اصطياد المادة المظلمة. فقد ألمحَ الفلكي الفرنسي يوربا لا فيريَر في القرن التاسع عشر إلى وجود كوكب جديد، أسماه فولكان، لتفسير الشذوذ الغريب في مدار عطارد، لكنْ تبيَّن أنه كان مخطئًا، لأنه استعمل نظرية قديمة، ألا وهي الثقالة النيوتونية، بدلًا من ثقالة نظرية آينشتاين في النسبية العامة. وقد يتساءل المرء إنْ كان التركيب الظاهري الغريب للخلطة الكونية يلمِّح بدوره إلى نهاية تُحفة آينشتاين الثمينة، إلّا أن فرِيْز تجادل بقوة بأن المادة المظلمة ليست فولكان النسبية العامة، وأن البحث عن مكوِّناتها الجسَيْمية سوف يُكَلَّل في النهاية بالنجاح.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أما النقطة المحورية في الكتاب، فهي البحث عن جسَيْمات المادة المظلمة. فبدءًا من فريتز تسويكي في أوائل ثلاثينات القرن الماضي، أقام الفلكيون دليلًا قاطعًا على وجود المادة المظلمة. ويُستدل على وجودها من جذبها الثقالي للنجوم في درب التبانة، ولمجرات برُمّتها في مجموعات المجرات. وعلى غرار النيوترينوات، نحن لا نُدرك وجودها. إننا لا نشعر بها، ولا نراها. وفي الحقيقة، اعتُقد في الماضي أن النيوترينوات ذات الكتلة الملائمة هي المادة المظلمة، إلا أن هذه الفكرة الخلابة لا تنطوي على الكون الذي ترصده تليسكوباتنا، مع أن النيوترينوات موجودة فعلًا.

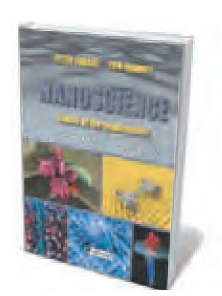
وعلى غرار النيوترينوات أيضًا، لا يوجد تأثير متبادَل بين جسَيْمات المادة المظلمة والمادة العادية، أو ليس ثمة الكثير منه. ولم يؤدِّ البحث المكثَّف طوال أكثر من عقدين حتى الآن إلى اكتشافها، إلا أنه وضع بدلًا من ذلك حدا أعلى للمقطع العرضي لجزيء المادة المظلمة الذي يتبادل التأثير مع المادة العادية، أو لاحتماله. تصف فريز ـ على نحو لافت ـ السباق التنافسي الشديد نحو الحد الأصغر للمقطع العرضي، مقدِّمة اللاعبين الرئيسين مع تجهيزات القياس واسعة التنوُّع التي يستعملونها. ونظرًا إلى أن التجهيزات مصنوعة من مادة عادية، فإنها لا تتأثَّر عمومًا بمرور جسَيْمات المادة المظلمة. وحتى من أجل أضأل احتمال للنجاح، يجب بناء كواشف هائلة الأحجام، أو تطوير تقنيات كشف خيالية. ومن الأفضل تحقيق كليهما، لأن الأمل من معظم كواشف اليوم هو أن ينعكس جسَيْم مادة مظلمة عن نواة في وسط كاشف، مؤديًا إلى اهتزازا يولِّد مقدارًا ضئيلا من الضوء أو الحرارة يمكن للكواشف التقاطه، والاستدلال منه بالتالي على وجود الجسَيْم. وهذا ليس مجازفة اقتصادية، فاكتشاف الجسَيْم ـ مع جائزة «نوبل» المضمونة له ـ يمكن أن يكون قاب قوسين أو أدنى في أي لحظة.

«قد يتساءل المرء إنْ كان التركيب الظاهري الغريب للخلطة الكونية يلمِّح إلى نهاية تُحفة آينشتاين الثمينة، أم لا».

يُعَدُّ كتاب «الخلطة الكونية» تمهيدًا ممتازًا للمهتمِّين من غير المختصين، أو لأولئك الذين قضوا وقتًا طويلًا في مختبرات فيزياء الجسَيْمات، ويرغبون في الاطلاع على توجُّهات علماء الكون. والكتاب سوف يكون ملهمًا للطلاب أيضًا بلا ريب. فهو يميط اللثام عن سِرَّيْن عظيمين عن العِلْم، هما: ما كان الأب الروحي للنيوترينوات الشمسية ـ جون باكول ـ يردِّده غالبًا في محاضراته قائلًا: «العِلْم يمكن إدمانه، ولا يمكن التنبُّؤ به». ويمضي الكتاب عبر المنعطفات، والنهايات المسدودة، والإنذارات الزائفة، والفرص الضائعة، والمفاجآت. وفي يوم من الأيام، قد يصطدم امرؤٌ بمادة مظلمة. ■

فرانسيس هالزِن باحثٌ رئيس لدى المرصد النيوترينوي «آيس كيوب» في القطب الجنوبي، وأستاذ فيزياء في جامعة ويسكونسن بماديسون.
البريد الإلكتروني: francis.halzen@icecube.wisc.edu

ملخصات كتب



عِلْم النانو: عمالقة المُتَناهي في الصِّغَر

بيتر فوربس، وتوم جريمسي، باباداكيس (2014)

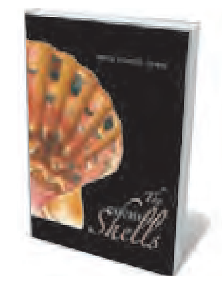
يتوَحَّد النص البليغ والمؤثرات البصرية؛ لإحداث تأثير مُبْهِر في تلك المقدمة لعلم النانوتكنولوجي للكاتب العلمي بيتر فوربس، والنحّات توم جريمسي. ويعيد الكاتبان إلى ذاكرتنا الأب الروحي للمجال، عالِم الفيزياء ريتشارد فاينمان، الذي طرح محاضرته المُؤَثِّرة «هناك حَيِّز كبير في القاع» في عام 1959 فكرة الهندسة على نطاق المستوى الجزيئي. يقوم المؤلفان بجولة في تطور المَجَال، بدءًا من دراسات تَتَبُّع الطريقة التي تكون بها العناصر ذاتية التنظيم، إلى مواد النانو، مثل الجرافين والبلاستيكات المائية (البوليمرات التي تتكون من 97% من الماء)، والخلايا الجذعية ذات القوالب النانوية، وأشباه البللوريات، وما هو أكثر من ذلك.



الكَمُّون، الجِمال، والقوافل: ملحمة التوابل

جاري بول نَبْهان، مطبعة جامعة كاليفورنيا (2014)

لم تبدأ العولمة مع كريستوفر كولومبس في عام 1492، كما يرى الكثيرون، لكنها بدأت مع تجار التوابل العرب واليهود المجهولين قبل قرون مضت. هكذا يزعم عالِم البيئة الزراعية، جاري بول نبهان، في هذه الدراسة التاريخية والثقافية القوية لطُرُق التجارة القديمة ـ ومن بينها طريق الحرير ـ التي تُعَدّ «طرق المعلومات السريعة» للقدماء. وبالتركيز في مناقشة على السلع الكمالية، مثل البخور، يضيف لقطات لاذعة من عِلْم النَّبات وفن الطهو، مثل وصفة الطعام تلك التي يرجع عمرها إلى 3700 عام، ويدخل في مكوِّناتها لحم الحَمَل، والزبادي، والكَمُّون، وعُصارة النبات.



قواقع الدُّوقة: جَمْع التاريخ الطبيعي في عصر رحلات كوك

بيث فاوكس توبين، مطبعة جامعة ييل (2014)

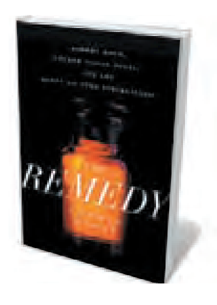
كيف تدرس تاريخ مجموعة من كائنات متناثرة على مدى زمني طويل؟ واجهت الباحثة بيث فاوكس توبين هذا التحدى الغريب عندما خاضت في قصة عالمة المحاريّات في القرن الثامن عشر، مارجريت كافنديش بِنْتِنْك، دوقة بورتلاند. كانت مجموعة قواقع بِنْتِنْك الأكبر في عصرها، بالرغم من أنها وافتها المنية قبل إكمال فهرسها العلمي، وتم بيع معظم المجموعة. ويكشف إنْجاز توبين في الاِسْتِرْجاع التاريخي النقابَ عن الدوقة كجامعة ميدانية سخيّة اليد بالمنح والاكتشافات، مانعًا تجاهلًا آخر لعالمة لها أهميتها التاريخية.



الدم البارد: مغامرات مع الزواحف والبرمائيات

ريتشارد كريدج، تشاتو وويندوس (2014)

نشأ كاتب الطبيعة ريتشارد كريدج، منذ طفولته، على حكايات عن وحيد القرن الأسود، وخنزير النهر الأحمر، وقرود الميمون mandrills. وكان وطنه ـ بريطانيا ـ يفتقر إلى أمجاد تتعلق بالحياة الحيوانية، أو هكذا كان يتصور، حتى اكتشف جحافل متلألئة من البرمائيات والزواحف الكامنة في العشب، والمستنقعات، وأوراق الشجر. ويقتنص الكاتب في ذلك المزيج من التاريخ الطبيعي، والمذكرات، والأفكار عن «أدوار الحيوانات البرية، وعلاقتها بالكائنات البشرية»، ممزوجة بلقطات مثل الوميض لسحالي السلمندر المائية Newt التي بحجم راحة اليد، مما يثير البهجة في نفس القارئ، بالقدر ذاته كما لكريدج نفسه في طفولته.



العِلَاج: روبرت كوخ، وآرثر كونان دويل، والسعي للشفاء من السل

توماس جوتيز، جوثام بوكس (2014)

ما العلاقة بين نظرية الجراثيم والمحقِّق الخيالي الخالد شرلوك هولمز؟ يكشف الكاتب العلمي توماس جوتيز عن كل شيء في كتاب التاريخ هذا حول البحث عن علاج لمرض السل، مُركِّزًا على رحلة الطبيب الشاب آرثر كونان دويل إلى برلين في عام 1890 ليقدِّم تقريرًا عن علاج عالِم البكتيريا روبرت كوخ لمرض السل، من خلال مادة التيوبركلين. شَكَّ كونان دويل في فاعلية العلاج، ولكنه ـ مُتَأَثِّرًا بافْتِراضات كوخ القائلة إن كائنات حية معينة هي التي تسبِّب المرض ـ كثَّف من اهتمامه بالطريقة العلمية، ومطاردة الأشرار الخبيثين الآخرين في الخيال.

مراسلات

الهند: البحث العلمي يقسم الجامعات المتضرِّرة

من بين العوامل التي لم يأخذها ماثاي جوزيف وأندرو روبنسون في الاعتبار في مناقشتهم للعِلْم في الهند ذلك الأثر الكارثي لفصل التعليم عن البحث العلمي في الجامعات (انظر: *Nature* **508**, 36- 38; 2014).

تم إنشاء العديد من المؤسسات العلمية بطول البلاد وعرضها، بعد حصول الهند على استقلالها. واستطاعت هذه المؤسسات أن تجذب الطلاب المتفوقين من الجامعة، وأن تجعل الحصول على التمويل أكثر صعوبة، الأمر الذي تَسَبَّب في تَرَاجُع البحث العلمي، ومن ثم تَرَاجُع أعداد الأعضاء بالكليات العلمية بالجامعات، وتشويه روح التعليم.

جاءت هذه النتيجة على عكس ما توقعه عالِم التحليل الطيفي الهندي الشهير تشاندراسيخارا فينكاتا رامان، حيث أعلن في خمسينات القرن الماضي أن المعاهد سوف تصبح «أضرحة للعِلْم»، اعتقادًا منه بأن إنتاج أفضل البحوث لا يمكن أن يتم إلا عن طريق الجامعات (انظر: P. Balaram *Curr. Sci.* **75**, 977; 1988).

بيسوا براسون تشاترجي كلية سانت زافييه مومباي، الهند.
biswaprasun@gmail.com

الخبراء يردُّون على النقاد بشأن عقار تاميفلو

كمؤلفين للتقرير الصادر عن شركة «كوكرين»، الذي يبحث في أمر تخزين العقارات المضادة لأوبئة الإنفلونزا تاميفلو (أوسيلتاميفير)، وريلينزا (زاناميفير)، نرجو أن نوضح بعض ما ورد بتقريركم الذي استعرض الانتقادات الموجَّهة إلى التقرير (انظر: *Nature* **508**, 439- 440; 2014).

نوافق على أن التجارب الإكلينيكية العشوائية لعقار تاميفلو «لم تكن مصمَّمة لاختبار النتائج الوخيمة». والإقرار بهذا بعيدٌ عن تقويض تقريرنا، بل يمثِّل إحدى أهم النتائج التي توصلنا إليها، حيث اعتادت الهيئات الحكومية ـ على مدى سنوات ـ على تبرير تخزين عقار تاميفلو (انظر: go.nature.com/ ucyjwb وgo.nature.com/oi9zbg) على أساس تحليل مختصر لعشر تجارب عشوائية مجمَّعة (L. Kaiser et al. *Arch. Intern. Med.* **163**, 1667- 1672; 2003). وقد قام باحثون من شركة «روش» ـ التي تقوم بتصنيع عقار تاميفلو ـ بكتابة هذه الدراسة، وتوصلوا إلى أن العقار يقلل بشكل كبير من المضاعفات ودخول المستشفيات لدى البالغين الأصحاء، والمعرَّضين للخطر.

أما تقرير «كوكرين» الذي قمنا به ـ على العكس من ذلك ـ فقد اضطلع بعمل تقييم مستقل للبيانات الصادرة عن قاعدة أدلة التجارب الكاملة والسِّرِّيَّة سابقًا، الأمر الذي كان ينبغي على المسؤولين في الحكومة القيام به. لقد أخطأ نقاد التقرير في فَهْم ما عبَّرت عنه النتائج التي توصلنا إليها بشأن مساءلة الحكومة.

أشرتم بصورة غير صحيحة إلى التجارب العشوائية، باعتبارها «صغيرة»، الأمر الذي يضع إمكانية تعميم النتائج موضع الشك. في الحقيقة كان عدد المشاركين في التجربة (M76001) يزيد على 1400 مشارك، بينما تجاوز عدد المشاركين في كل دراسة من الدراستين المحوريَّتين (WV15670, WV15671) 600 مشارك. وإضافة إلى ذلك.. فقد تجاهلتم الإشارة إلى إدراج أفراد معرَّضين للخطر وأصحاء ـ على السواء ـ في التجارب.

يستشهد تقريركم بدراسة وصفيّة ذَكرت أن مثبطات إنزيم نيوراميناديز (الفئة العقارية التي ينتمي إليها عقارَا تاميفلو، وريلينزا) قد قلَّلت من معدَّل الوفيات في المرضى الموجودين بالمستشفيات أثناء انتشار فيروس H1N1 في عام 2009-10، الأمر الذي يتماشى بوضوح مع انتقاداتكم لمراجعتنا لعدم إدراج هذه الدراسات الوصفية. على أي حال، لقد أغفلتم ذِكْر حدود هذه الدراسة، أو أنّ شركة «روش» قد قامت بتمويلها.

إننا نتمسَّك بما توصَّلنا إليه بوجوب دعم القرارات الحكومية بتخزين عقار تاميفلو بأدلة عالية الجودة على الأمان والفاعلية.

بيتر دوشي جامعة ميريلاند للصيدلة بالتيمور، ميريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية.
pdoshi@rx.umaryland.edu
توم جيفرسون شركة «كوكرين»، روما، إيطاليا.

يعلن المؤلفون عن فوائد مالية كبيرة: انظر (go.nature.com/wudyco) لمزيد من التفاصيل.

نداء للأمم المتحدة لعمل اللازم بشأن الأمن الغذائي

يشير أحدث التقارير الصادرة عن اللجنة الدولية للتغيُّرات المناخية (IPCC) إلى تأثير انبعاثات الغازات الدفيئة على إنتاج الغذاء، لا سيما في المناطق المدارية الفقيرة (انظر: go.nature.com/afvyfg).

وكمدير لبرنامج أبحاث الهيئة الاستشارية الدولية للبحوث الزراعية (CGIAR) بشأن التغيُّرات المناخية والأمن الزراعي والغذائي، كنت قد طالَبْتُ جلسة الشهر الماضي ـ الخاصة بالاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن التغير المناخي ـ بضرورة التحرك في ضوء هذه النتائج (انظر: go.nature.com/lrwfnw). إنّ عملية التكيُّف مع التغير المناخي ينبغي أن تأتي على رأس أولويات صُنّاع القرار والسياسات في العالم.

أكدت منظمة الغذاء والزراعة التابعة للأمم المتحدة أنّ أسعار الغذاء تواجه ارتفاعًا حادًّا (انظر: /go.nature.com yavdzo). وتُعَدّ التوترات الجيوسياسية الأخيرة، كالموقف الراهن في أوكرانيا، مسؤولة بصورة جزئيّة عن هذا الارتفاع، إلّا أن سوء الأحوال الجوية هو المسؤول الأول.

تزداد في الوقت الراهن الأحداث المناخية المتطرِّفة ـ كالفيضانات، والأعاصير ـ أكثر مما مضى، ومن ثم، فإن عائدات إنتاج القمح والذرة تتراجع بصورة كبيرة؛ كما إن احترار المحيطات يعيث فسادًا بالناتج عن صيد السَّمَك، ويهدِّد ارتفاع منسوب البحار بجرف المناطق الساحلية الخصبة. وكما يشير أحد التقارير الصادرة عن منظمة الفاو، فإن هذه العوامل تزيد من انعدام الأمن الغذائي العالمي.

لقد تباطأت الحكومات أكثر من اللازم في اتخاذ التدابير اللازمة، ومن ثم، فلا بد من ابتكار حلول خارج الصندوق الآن، لأنه ربما تستغرق هذه الحلول أكثر من 20 عامًا حتى تظهر نتائجها. يجب على الأمم المتحدة أن تتوقف عن المماطلة في تمويل عمليات التكيُّف، وأن تستعين بتقارير منظمة الفاو واللجنة الدولية للتغيُّرات المناخية كباعث على اتخاذ إجراء ضد الإنتاج الشحيح للغذاء (انظر أيضًا: T. MacMillan and T.G. Benton *Nature* **509**, 25- 27; 2014).

بروس كامبل الهيئة الاستشارية الدولية للبحوث الزراعية (CGIAR)، كوبنهاجن، الدنمارك.
b.campbell@cgiar.org

فحص الضباب الدخاني لإرشاد السياسات

تسلط نوبات تلوث الهواء الشديدة ـ التي أثرت على القارة الأوروبية هذا الربيع (انظر، على سبيل المثال، go.nature.com/si6mhu و.go.nature com/1b7ygf) ـ الضوءَ على الحاجة إلى تدابير عامة واستراتيجيات إدارية فعّالة، نظرًا للاستمرار والانتشار العالمي المحتمَل لهذه الأحداث الخطيرة.

ويمثل خفض نسبة بعض الغازات، مثل الأوزون والغازات الدفيئة، أمرًا جوهريًّا للحدّ من تلوث الهواء وتغير المناخ، ومن ثم تحتاج السياسات العامة إلى التنسيق فيما بينها؛ فعلى سبيل المثال.. تشجع السياسة العامة للمناخ استخدام أنواع من الوقود، مثل الديزل (لأن احتراقه يُطْلِق كمية أقل من ثاني أكسيد الكربون لكل كيلو متر من البنزين)، والكتلة الحيوية التي تعادل انبعاث الكربون الخاص بها كلما ازداد حجمها. رغم ذلك.. فإن كلا الوقودين ينتج عنهما جسيمات ضارة.

إن العوامل التي أدَّت إلى أحداث تلوث الهواء الأخيرة في أوروبا، وأثَّرت على استمرارها وانتشارها، لا بد أن تخضع الآن للبحث، الذي من شأنه أن يساعد على تطوير السياسات العابرة للحدود، التي تشتد الحاجة إليها، والتي تقوم على المشورة العلمية السديدة.

بول س. مونكس* جامعة ليستر، المملكة المتحدة.
Psm7@leicester.ac.uk

*بالإنابة عن 11 مؤلفًا مشاركًا (انظر: go.nature.com/nxe3pb للقائمة الكاملة).

مرصد التربة يسمح للباحثين بالحفر عميقًا

تم في إبريل الماضي تدشين مرصد التربة بالمملكة المتحدة (UKSO). يوفر هذا المرصد برنامجًا عالميًّا على الإنترنت؛ للحصول على بيانات التربة ونشرها (www.ukso.org).

تزداد أهمية أمن التربة بصورة سريعة على جداول أعمال الحكومات التي يقودها المشروع العالمي لشراكة التربة، التابع للأمم المتحدة (انظر *Nature* **492**, 186; 2012). لذا.. يحتاج الباحثون إلى أن يكونوا قادرين على التنبؤ بكيفية استجابة أنواع التُّرَب المختلفة للمناخ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المتغير، والغطاء النباتي، والتعرية، والتلوث (M. W. Schmidt *et al*. *Nature* **478**, 49- 56; 2011). ويُعَدّ مرصد التربة بالمملكة المتحدة بادرة تحوُّل في مجابهة هذا التحدي.

اعتمادًا على نجاح تطبيق mySoil متعدد المصادر (انظر: W. Shelley *et al*. *Nature* **496**, 300; 2013)، يُعَدّ مرصد التربة بالمملكة المتحدة مبادرة مجتمعية يتم تمويلها من قِبَل مجلس باحثي البيئة الطبيعية. ويقوم هذا التطبيق بتقديم بث مباشر للبيانات، وارتياد الطريق نحو مصادر البيانات الكبرى. كذلك يرتبط هذا التطبيق بصورة شاملة بالمصادر الأخرى لبيانات التربة، سواء المجانية أو التجارية، وبالبيانات الفورية من الشبكة الوطنية لرطوبة التربة COSMOS.

يتيح عارض الخريطة التفاعلية لمرصد التربة بالمملكة المتحدة الوصولَ إلى نطاق واسع من المعلومات، بدايةً من التنوع الحيوي للتربة المحلية، حتى تجمعات المعادن في التربة السطحية.

إن البيانات التي يتم الحصول عليها من مرصد التربة بالمملكة المتحدة سوف تدعم المشروعات الحكومية الكبرى، مثل مشروع استراتيجية التقنيات الزراعية، الذي تبلغ تكلفته 160 مليون يورو (268 مليون دولار أمريكي) (go.nature.com/6oqmxh)، وسوف تحفز المشروعات الصناعية والتجارية المرتبطة بها.

راسل لولي مركز NERC/ هيئة المساحة الجيولوجية البريطانية، مركز علوم البيئة نوتنجهام، المملكة المتحدة.
بريدجيت إميت، ديفيد روبنسون مركز NERC لعلوم البيئة والمياه مركز البيئة بويلز، بانجور، المملكة المتحدة.
Davi2@ceh.ac.uk

أوقفوا غزو الضفادع لمدغشقر الآن

بدأت الضفادع الآسيوية الشائعة (*Duttaphrynus melanostictus*) غزو مدغشقر، مهدِّدةً التنوع الحيوي لمملكتها الحيوانية الفريدة. ونظرًا إلى ضيق الوقت، فإننا نتوجه بنداء عاجل إلى جمعيات المحافظة والحكومات للتصدي لهذه الكارثة البيئية.

كانت أول مشاهدة تم الإبلاغ عنها لضفدع *D. melanostictus* بمدغشقر في 26 مارس الماضي بمدينة توماسينا. كذلك قمنا بجمع ستة ضفادع كبار من أحد المستنقعات بالمنطقة الشرقية الرطبة، على بعد ستة كيلومترات من أكبر الموانئ البحرية بمدغشقر، فضلًا عن أعداد أكبر تم اكتشافها بمنطقة مجاورة، بما يشير إلى وصول هذه الضفادع من آسيا داخل حاويات شحن البضائع، إضافة إلى أماكن أخرى (انظر: F. Kraus *Alien Reptiles and Amphibians; Springer*, 2009).

توفِّر هذه المنطقة ملجأ ومناخًا مثاليين لانتشار الضفدع بالجزء الداخلي من الجزيرة. ويمكن لضفدع *D. Melanostictus* أن يتسلق إلى ارتفاع قدره 1800 متر. ويتم الآن إجراء دراسات مسحيّة من قِبَل منظمة التنوع الحيوي Madagaskira Voakajy؛ لتحديد حجم الغزو؛ ووضع برنامج للقضاء عليه.

ويفرض هذا النوع خطرًا داهمًا على الحيوانات الأصلية، نظرًا إلى خصائص تاريخ حياته، والبساطة التطورية للحيوانات الأصيلة، مقارنةً بسموم الضفادع، والدمار الذي حل باستراليا، وأماكن أخرى بسبب ضفدع قصب السكر (*Rhinella marina*)، الذي يحمل سمات مشابهة.

بدون القضاء السريع على ضفدع *D. melanostictus*، فإن النتائج البيئية لهذا الغزو سوف تتضمن تسمم وانهيار الضواري الضعيفة الأصيلة (الطيور، والثدييات، والزواحف)، وانتشار أمراض البرمائيات، والآثار الثانوية لاختلال الشبكة الغذائية. أما الآثار المحتمَلة على الإنسان، فتتضمن خسارة الحيوانات الداجنة، وتلوث مياه الشرب، وتفشِّي الطفيليات في الأماكن التي تعاني من تردِّي المرافق الصحية.

جوناثان كولبي جامعة جيمس كوك تاونزفيل، كوينزلاند، أستراليا.
Jonathan.kobly@my.jcu.edu.au

بالإنابة عن 11 موقعًا مشاركًا (انظر: go.nature.com/4ataw3 للقائمة الكاملة)

معالجة التلوث من الألواح الشمسية

ثمة جانب سلبي في الصين، لكونها أصبحت أكبر منتج ومستهلك للطاقة الشمسية (J. A. Mathews and H. Tan *Nature* **508**, 319; 2014). إذ يهدِّد التوسع السريع في صناعة المنتجات الكهروضوئية بتلوث بيئي حاد.

فحسب ما أعلنته منظمة السلام الأخضر، واتحاد صناعات الطاقة المتجددة بالصين، فإن حوالي ثلثي شركات تصنيع الطاقة الشمسية بالبلاد لا تستطيع مواكبة المعايير الوطنية للحماية البيئية واستهلاك الطاقة. ويؤدي إنتاج رقائق البولي سيليكون والسليكون للألواح الشمسية إلى منتجات ثانوية خطيرة، وبخاصة رابع كلوريد السليكون، وحمض الهيدروفلوريك، اللذين يتم تصريفهما الآن في البيئة بعد معالجة غير ملائمة للنفايات (انظر: go.nature.com/ mhtayz؛ باللغة الصينية).

ففي عام 2011، على سبيل المثال، تجاوزت نسبة تركيز الفلوريد في نهر ميوجياكاو ـ بالقرب من مصنع للألواح الشمسية بمدينة هاينينج شرقي الصين ـ عشرة أضعاف النسبة المسموح بها، مما تَسبَّب في قتل السَّمَك، وتزايد القلق على الصحة البشرية.

من بين مصادر التلوث أيضًا التخلص غير المدروس من معدات الألواح الشمسية المستعملة، التي تتضمن نفايات البطاريات المحتوية على الرصاص، والكادميوم، والأنتيمون، وحمض الكبريتيك (انظر: H. Wang and J. Nima *Qinghai Soc. Sci*. **5**, 58- 60; 2007).

إن معالجة النفايات المحسَّنة، والمراقبة البيئية، والتعليم، تمثل جميعها أمورًا جوهرية لتجنب التأثيرات غير المرغوبة لهذه التطورات التكنولوجية القيمة من نواح أخرى.

هونج يانج جامعة أوسلو، النرويج.
زيانجين هوانج جامعة نانجنج، الصين.
جوليان ر. طومسون جامعة كلية لندن، المملكة المتحدة.
hongyanghy@gmail.com

مئات الكنوز- علوم المُواطن القديمة

إنّ البيانات التاريخية عن التنوع الحيوي ستكون ذات قيمة كبيرة؛ لبحث التأثير طويل المدى للأنشطة البشرية. وعلى عكس الاعتقاد السائد، فقد تم جمع هذه البيانات بصورة موسعة على مدى عدة مئات من السنين، من خلال مبادرات تُوصَف اليوم «بعلوم المُواطن». وعلى سبيل المثال.. في نهاية القرن السادس عشر، قامت الحكومة الإسبانية بتوزيع استبيانات ـ عُرِفت بالعلاقات الطبوغرافية relaciones topográficas ـ على كل قرية؛ حيث قام السكان المحليون بتجميع المعلومات الخاصة بالتاريخ الطبيعي، وتشتمل الاستبيانات المتبقية، البالغ عددها 637 استبيانًا على معلومات عن حوالي 190 نوعًا من الحيوانات والنباتات البرية، تم جمعها من أكثر من 4300 سجل فردي.

ويحتوي القاموس الجغرافي المكون من ستة عشر مجلدًا ـ الذي قام بتحريره الإحصائي والسياسي الإسباني باسكوال مادوز في منتصف القرن التاسع عشر ـ على معلومات عن معظم التجمعات السكانية الإسبانية، والأنهار، والمعالم الجغرافية. وقد تَضَمَّن مشروع مادوز مشاركة أكثر من 1000 مواطن، وقدَّم عدة آلاف من السجلات عن النباتات والحيوانات البرية، لم يتم استخدامها حتى الآن.

كذلك صَدَر عن الصين ومعظم الدول الأوروبية ومستعمراتها السابقة مجموعة بيانات تاريخية مشابهة. وبرغم إمكانية انحياز هذه البيانات إلى أنواع ذات أهمية اجتماعية-اقتصادية، إلا أن هذا الانحياز يمكن أن يكون عونًا على الحد من التعريفات الخاطئة، على سبيل المثال.

إننا نطالب بجهود دولية متعددة التخصصات (تشمل مؤرخين، ولغويين، وجغرافيين، وعلماء أحياء)؛ لتحديد وتجميع وتأطير هذه البيانات التاريخية القيِّمة؛ لإدراجها في قواعد بيانات عالمية عن التنوع الحيوي.

ميجيويل كلافيرو، إلوي ريفيلا مركز دونانا البيولوجي، المجلس القومي الإسباني للبحوث CSIC إشبيلية، إسبانيا.
miguelclavero@ebd.csic.es

التجريب يحتاج النظرية أيضًا

يؤكد جون سكويليس على أهمية الممارسة التجريبية العملية للعلماء الناشئين (*Nature* **508**, 319; 2014)، إلا أن النظرية تبقى حاسمةً أيضًا لتفسير النتائج، والدفع قُدمًا بالبحث العلمي.

في عام 1928، صاغ عالِم الفيزياء البريطاني بول ديراك معادلته التي تنبَّأت بوجود البوزيترون. وبعد ذلك بأربع سنوات، تم اكتشاف الجزيء بصورة مستقلة على يد عالِم الفيزياء الأمريكي كارل أندرسون بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا بمدينة باسادينا، فيما يُعَدّ تمثيلًا جيدًّا لمقولة «النظرية ترشِد، والتجربة تقرِّر»، التي هي (شعار عالِم الكيمياء التحليلية إسحاق موريتز كولثوف)، أو كما أعلن عالِم الفيزياء الفلكية أرثر ستانلي إدينجتون: «إنها قاعدة جيدة ألّا نثق بصورة مفرطة في نتائج الملاحظة.. حتى يتم تأكيدها عن طريق النظرية».

ربما ينبغي أنْ تأتي الكلمة الأخيرة من عالِم الفيزياء السوفيتي بيتر ليونيدوفيتش كابتيسا، حيث قال: «النظرية أمر جيد، إلّا أن التجربة الجيدة تدوم إلى الأبد».

مين- ليانج ونج جامعة تشانج- هسينج الوطنية، تايوان.
Mlwong@dragon.nchu.edu.tw

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أدولف سايلاخر

(2014–1925)

عالِم الإحاثة، ورائد تحليل حفريات الأنشطة البيولوجية.

استخدَم أدولف سايلاخر أبسط الطرق، ألا وهي دقة الملاحظة؛ لتغيير فهْمنا عن الكائنات القديمة. أوضحت تفسيراته لحفريات العصر الإدياكاري Ediacara المعضِلة، التي يرجع تاريخها إلى نحو 578 مليون سنة مضت، قبل ظهور الشُّعَب الحيوانية الرئيسة خلال الانفجار الكمبري، وهي أشكال (حية) وُجِدت بين أقدم الكائنات الكبيرة.

أوضح سايلاخر كيف أن حفريات الأنشطة البيولوجية - تلك التي تسجِّل النشاط الحيوي، مثل الحفر الذي تقوم به الحيوانات البحرية - تكشف عن صفات سلوكية معينة. لقد قام بتحليل التأثيرات التي تشكل بِنْيَة عديمة الفقاريات وشكلها الظاهري، وأظهر كيف أن الحفريات المحفوظة على نحو استثنائي (استخدم لوصفها مصطلح الودائع *Lagerstätten*) هي نتيجة ظروف معينة، مثل انخفاض الأكسجين، والدفن السريع، وتأثير أغشية ميكروبية أحكمت غلق سطح الرواسب وسدّه.

في مهنةٍ امتدت لما بين حدود الأطلسي، أثَّر سايلاخر بشخصيته في علم الإحاثة بقدر ما أثَّر عليه بمؤلفاته المنشورة. وبحضورٍ طاغٍ، لكنه يشجِّع المشاركة في الوقت نفسه، كانت له طريقة في طرح الأسئلة، تأخذ المتحدثين على حين غرة. ولتَمَيُّزِها.. استخدم فعلًا مشتقًّا من اسمه لوصفها، هو: «تَأَدْلَفَت» Dolfed.

توفي سايلاخر في 26 إبريل عن عمر ناهز 89 سنة. وكان ميلاده في عام 1925 بالقرب من شتوتجارت في ألمانيا. وقد وجد أولى حفرياته وهو في سن 14 سنة، ونشر أول بحث له عن حفريّات سمك القرش في الصخور المحلية، وهو في الثامنة عشرة من عمره. وقد خدم في البحرية الألمانية في السنوات الأخيرة من الحرب العالمية الثانية، قبل دخوله جامعة توبنجن في عام 1945.

وهناك، علَّمه عالِم الحفريات فريدريش فون هونيه استخدام الكاميرا لوسيدا، وهي بمثابة جهاز ذي منشور ومرآة، يُسْقِط صورة «عيِّنةٍ ما» على صفحة من الورق، بحيث يمكن رسمها. وعلى مدار بقية حياته المهنية، رسم سايلاخر الآلاف من الرسوم بهذه الطريقة، سواء أكانت رسومًا توضيحية لمنشوراته، أم عونًا له لفَهْم الحفريات. كان يُؤْثِر الكاميرا لوسيدا المحمولة ـ التي كانت تخصّ هونيه ـ على النماذج الحديثة التي تُرْفَق بالميكروسكوبات ذات العدستين العينِيَّتين.

ظل سايلاخر في توبنجن للحصول على درجة الدكتوراة في دراسة الآثار الأحفورية لعصري الجوراسي والترياسي (التي يعود تاريخها إلى حوالي 252 إلى 145 مليون سنة). أمضى وقتًا في المحطة البحرية سينكنبرج على بحر البلطيق، حيث دَرَّس علم الإحاثة الحديث «actuopalaeontology»، أي استخدام سلوك الكائنات الحية الحالية للاسترشاد به في تفسير الحفريات. وفي عام 1951، أثناء رحلة استكشافية إلى سولت رينج في باكستان، اكتشف سايلاخر والمشرف على رسالته للدكتوراة، أوتو شيندفولف، مسارات الترايلوبايت أو


WOLFGANG GERBER

ثلاثية الفصوص في صخور أوائل عصر الكمبري؛ ما أدّى إلى الوصول إلى مفاتيح حول نمط حياة تلك الحيوانات. وفي السنوات اللاحقة، قامت شركات استكشاف النفط بواسطة الحجر الرملي في شمال أفريقيا وجنوب غرب الولايات المتحدة بطلب المشورة من سايلاخر، لأنه يمكنه استخدام حفريات الأنشطة البيولوجية في تفسير العصر والبيئة الترسيبية للصخور.

قضى سايلاخر معظم حياته المهنية في توبنجن، وتقاعد من منصبه كأستاذ بالجامعة في عام 1990. ومن عام 1987 حتى عام 2009، قضى فصول الخريف في التدريس بجامعة ييل في نيو هيفن بولاية كونيتيكت. وفي عام 1992، حصل على جائزة «كرافورد» من الأكاديمية الملكية السويدية للعلوم، وهو ما مَكّنَه من الترحال في أرجاء العالم، غالبًا مع زوجته إديث، وقام بعمل نُسَخ مقلدة من السطوح التي تحافظ على مجموعة استثنائية من الآثار الأحفورية والحفريات الأخرى، والبِنَى الرسوبية، مثل الحركات الموجيّة الصغيرة ripples. أصبحت هذه التشكيلة معرضه الدولي في جولاته، التي أخذت عنوان الفن الأحفوري.

غيَّرت أفكار سايلاخر تحليل تطور الشكل جذريًّا. لقد انفصل بعيدًا عن الفكرة السائدة القائلة إنّ سمات الشكل الظاهري هي تحوُّرات حدثت من أجل وظيفةٍ ما، وسبر أغوار مجموعات، لا سيما التي في متحف بيبودي للتاريخ الطبيعي في جامعة ييل، للأشكال والبِنَى المتقاربة التي قدَّمت أدلّة على التأثيرات الأخرى. ولم يكن ليكتمل مسلك سايلاخر في دراسة عديمة الفقاريات، دون عرضه لفكرة أن البالون المملوء بالماء يتخذ تلقائيًّا شكلًا شبيهًا بقنفذ البحر، وهو ما يدل على أن ليس كل الأشكال لها دلالة على التكيُّف.

إنّ مقدرة سايلاخر على تفسير الشكل الظاهري من المبادئ الأولى ظهرت كأفضل ما يكون من خلال أبحاثه على حفريات غريبة من العصر الإدياكاري، ذات أشكال مثل سعف، ومغازل، وأقراص. لقد رأى في هذه العيِّنات «مبدأ غريبًا للبناء العضوي»، يتألف من غرف مبطَّنة؛ لتعظيم السطح المتاح للتغذية والتنفس. أسند سايلاخر تصنيف كائنات إيدياكارا إلى مملكة انقرضت، أسماها Vendobionta. ولا تزال العلاقات بين هذه الكائنات مثيرة للجدل، لكنّ أمثلة عديدة من تلك التي فحصها ودَقَّق فيها سايلاخر على خليج ميستيكين بوينت في نيوفاوندلاند بكندا تُظْهِر تنظيمًا كسوريًّا يتحدى تسكينها بسهولة في أي مجموعة حية.

من بين الآثار الأحفورية، فُتن سايلاخر بحفرية *Paleodictyon* خاصة، وهي بِنْيَة شبكية منتظمة، غالبًا ما تكون سداسية، تتصل بسطح الرواسب عن طريق أنفاق عمودية قصيرة، وتحْدُث في صخور تعود إلى ماضٍ سحيق، كعصر الكمبري. فسَّر سايلاخر هذا الجحر البحري بوصفه «مزرعة» لنمو البكتيريا.

في عام 1976، تم اكتشاف أمثلة حديثة من *Paleodictyon* في أعماق البحر بواسطة عالِم المحيطات بيتر رونا. وبعد ما يقرب من 30 عامًا، استقلَّ سايلاخر، ورونا متنَ المركب الغاطس «ألفين» *Alvin*، واستخرجا عيِّنات من حيد منتصف المحيط الأطلسي على عمق 3.4 كيلومترات. وفي عام2003 ، صوَّر فيلم ستيفن لو «براكين الأعماق» *Volcanoes of the Deep Sea* العالِمَيْن وهما يُحْدِثان شرائح في الرواسب الرخوة التي تحتوي على أنظمة جحور. وللأسف.. نجح الحيوان في الهرب من هذه الجحور.

قام أدولف ـ المسافر العنيد ـ بالتدريس وبإجراء بحوث ميدانية في كل القارات، باستثناء القارة القطبية الجنوبية. لم يجمع الحفريات فحسب، بل أيضًا السجاد، وأختام الأسطوانات القديمة، وأعمال الفن ما قبل الكولومبي، وأَحَبَّ تبادل القصص وهو يتمتع بكأس نبيذ وسيجار. ونشَر أعمالًا عن مجموعة استثنائية من الحفريات، جمعها على مدار 70 سنة من عمره المهني، ولا سيما نصه لعام 2007: تحليل حفريات الأنشطة البيولوجية *Trace Fossil Analysis* (سبرينجر)، وعمله القادم «ديناميات التغير الظاهري» *Morphodynamics* (مطبعة CRC). إنّ رسومه الأيقونية وتحليلاته سوف تظل ملهِمة للمعلمين والطلاب لسنوات قادمة. ■

ديريك إي جي بريجز مدير متحف بيبودي للتاريخ الطبيعي في جامعة ييل في نيو هيفن، كونيتيكت، الولايات المتحدة الأمريكية. درّس مع أدولف سايلاخر في جامعة ييل من عام 2003 إلى عام 2009.
البريد الإلكتروني: derek.briggs@yale.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



أبحـــاث

علم الكون

كَـوْنٌ افـتراضـي

محاكاة رقمية لتَشَكُّل بِنْيَة الكون تُنتِج سمات واسعة وصغيرة النطاق لحيِّز نموذجي منه، من وقت مبكر من تاريخه إلى اليوم.

مايكل بويلان- كولتشِن

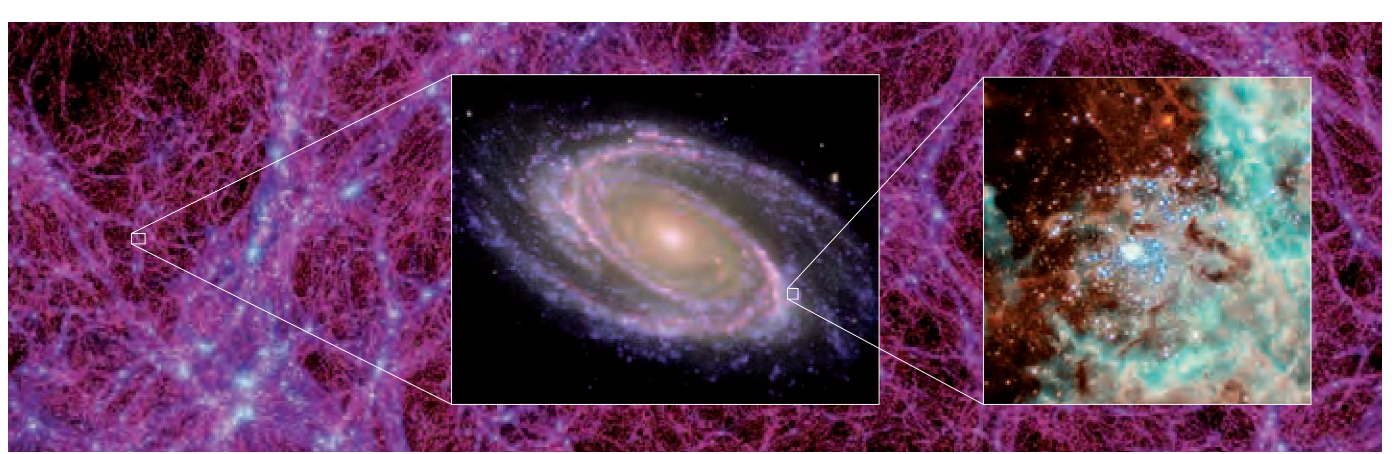
لعل أعظم نجاح أحرزه علم الكون المعاصر هو أن هناك نموذجًا ذا سِت مُعامِلات فقط يستطيع تفسير الغالبية العظمى من البيانات المرصودة من الدقائق الأولى من عمر الكون حتى يومنا هذا[1]. يفترض هذا النموذج المعياري أن 95% من الكون يتألف اليوم من "مادة مظلمة" و"طاقة مظلمة" مُبهَمَـتين. المفارقة أنه تبيَّن أن نمذجة ديناميكيات الـ5% المتبقية – المادة "الباريونية" العادية – من أكثر المهمات تحدِّيًا. في عدد الأسبوع الثاني من مايو الماضي من دورية *Nature* الدولية، وصَف فوجِلشبرجر وزملاؤه[2] محاكاة رقمية لتشكُّل بنية الكون تتضمن كلًّا من التوزيع واسع النطاق للمادة الباريونية، وخصائصها في المنظومات المجرية المنفردة، عبر الزمن الكوني.

يُعَدّ تعقُّب تطوُّر المادة الباريونية مهمة مضنية، بسبب المجال الهائل من المقاييس الفيزيائية المرتبطة بالعمليات التي تتشكَّل بها المجرات والبِنَى الأكبر منها (الشكل 1). لتغطية جزء نموذجي من الكون (أي يمثِّل الكون بشكل جيد)، على علماء الكون دراسة حيِّزات كونية لا تقل مقاييسها عن 100 مليون فرسخ فلكي (326 مليون سنة ضوئية). وعلى النقيض من ذلك، يساوي المقياس الطبيعي لتكوُّن النجوم حوالي فرسخ فلكي واحد، ويحصل تراكم الغاز بواسطة الثقوب السوداء الفائقة عند مقاييس أصغر من ذلك. كانت المحاكاة الرقمية منذ مدة طويلة الأداة المختارة للتعامل مع هذه المسائل، إلا أنه حتى باستعمال أقوى الحواسيب الفائقة، من المستحيل إجراء محاكاة ضخمة بما يكفي لنمذجة التوزيع واسع النطاق للغاز والنجوم والمادة المظلمة مع الإبقاء على تفاصيل كافية لتمثيل المجرات منفردة بدقة. يبدو إذًا أن محاكاة الكون مهمة صعبة.

يتصدى فوجِلشبرجر وزملاؤه لهذه المسألة من جميع جوانبها. فمحاكاتهم – المسمَّاة إلّستريس Illustris – تشمل أكثر من 10 مليارات خلية لتمثيل الغاز في حيِّز المحاكاة؛ بزيادة على سابقاتها تساوي عشرة أضعاف تقريبًا. يُستعمل في البرنامج الرقمي[3] المعتمَد لإجراء هذه المحاكاة نهج جديد، يقوم على شبكة حاسوب متكيِّفة وغير مهيكلة تتتبَّع التدفقات المائعة، وذلك لحل المعادلات التي تَصِف التطوُّر الزمني للمادة الباريونية ضمن البِنَى الكونية. وأخيرًا، كانت الظواهر الفيزيائية التي اشتملت عليها المحاكاة غنية ومعقدة، إذ نظر المؤلفون في برودة الغازات، وتطور النجوم، ومُدخَلات الطاقة من انفجارات المستعرات العظمى، وتوليد العناصر الكيميائية، وتراكم الغاز بواسطة الثقوب السوداء الفائقة (تُرافقها تغذية إشعاعية مرتدة)، وغير ذلك الكثير.

إذا بدا لك هذا معقدًا بشكلٍ ما، فلا تنخدع. إنه معقد بشكل كبير. فكثير من هذه العمليات غير مفهومة من حيث المبادئ الأولى، وهي تتفاعل فيما بينها بطريقة معقدة لاخطية. أضِف إلى ذلك.. أن المقاييس الفيزيائية المرتبطة بها غالبًا ما تكون أصغر (بكثير) من أن تُعالَج مباشرة، حتى بواسطة Illustris. فهي تحتاج إلى نماذج كفء حسابيًّا، تعبِّر بدقة عن الفيزياء التي تستند إليها. لذا.. لم يكن تنفيذ المحاكاة عملًا عاديًا، فقد استغرق حوالي 16 مليون ساعة عمل لوحدة معالجة مركزية (CPU)، لكن نتيجة المحاكاة النهائية كانت كونًا شبيهًا جدًّا بالكون الحقيقي.

وبالنظر إلى صورة مقلَّدة تعطيها Illustris من محاكاة مجال هابل فائق العمق[4]، أعمق صورة للكون يجري التقاطها، يمكن بسهولة قبول أنها النسخة الحقيقية بوضع الاثنين جنبًا إلى جنب (انظر الشكلين 1ب، و1ج من المقالة[2]). صور المجرات الناتجة عن المحاكاة كذلك واقعية على نحو مثير (انظر الشكل 1أ من المقالة)، وهو إنجاز كان ممكنًا في السابق فقط بمحاكاة المجرات المنفردة. ليس هذا مجرد استعراض.. فإجراءات من هذا



الشكل 1 | الطبيعة متعددة المقاييس لتكوُّن المجرات. تتطلب دراسة تكوُّن المجرات، مثل مجرة مسييه 81 (M81) (الصورة اليسرى) محاكاة بيئتها الواسعة (الصورة الخلفية)، بالإضافة إلى فهم أمكنة ولادة النجوم منفردة (الصورة اليمنى). يبلغ مدى الصورة الخلفية 150 مليون فرسخ فلكي تقريبًا، وجرى تكبير كُلٍّ من الصورتين بمقدار 10000 مرة. هذا المجال الهائل من المقاييس هو الذي يجعل نمذجة تكوُّن المجرات من بدايتها تحدِّيًا كبيرًا. وقد استطاع فوجِلشبرجر وزملاؤه[2] إجراء المحاكاة لحيِّز نموذجي من الكون، مع الاستمرار في تحليل تفاصيل المجرات المنفردة. (الصورة الخلفية من: M. Boylan-Kolchin *et al.*/Max Planck Inst. Astrophys. الصورة اليسرى من: NASA/JPL-Caltech/ESA/Harvard-Smithsonian CfA. الصورة اليمنى من: NASA, N. Walborn & J. Maíz-Apellániz (STSI), R. Barbá (La Plata Observatory).)

النوع تتيح مواجهة مباشرة ذات معنى للنظرية بالبيانات. تتفق أيضًا مجموعة كبيرة من القياسات الكمية مع أرصاد الكون الحقيقي. فعلى سبيل المثال.. عانت الأجيال السابقة من عمليات المحاكاة من صعوبة بالغة في كشف التوزيع المرصود للعناصر الأثقل من الهيدروجين والهليوم الموجودَين في النجوم. وقد أعادت Illustris إنتاج هذه الأرصاد، ليس للكون بالكامل فحسب، بل بوصفها دالة في كتل النجوم والمجرات كذلك. يُضاف إلى ذلك أن المحاكاة تتوافق مع وفرة تلك العناصر الثقيلة في غيوم الغاز الكثيفة.

بالطبع، لا تُمثِّل Illustris نهاية المطاف في المحاكاة الكونية لتَشَكُّل المجرات. فمع أن حجم الحسابات فيها هائل، إلا أنها ليست كبيرة بقدر كاف لنمذجة تشَكُّل الأجسام الكونية النادرة (مثل الثقوب السوداء القوية المرصودة في الكون المبكر). وما زال مستوى التفاصيل فيها غير دقيق بما يكفي لدراسة أكثر المجرات خفوتًا في محيط درب التبانة. تتكوَّن نجوم المجرات صغيرة الكتلة في Illustris على نحو أبكر وأسرع مما يحصل في الكون الحقيقي، وتلك مشكلة مشتركة لدى كل نماذج تكوُّن المجرات[5] تقريبًا. ومع ذلك.. فإن تلك الأمور تدلنا على السبيل نحو التقدُّم في المستقبل.

أحد الأهداف الواضحة للراصدين وعلماء النظريات على حدٍّ سواء، هو الفهم الدقيق للطرق التي تؤثِّر بها الطاقات والعزوم الناجمة عن النجوم المتطورة والمتفجرة في خصائص الغاز في المجرات وحولها[6،7]. وإحدى الطُّرُق الحسابية الواعدة لتحقيق ذلك هي الجمع بين محاكاة واسعة النطاق، مثل Illustris، المحدودة بالضرورة في مستوى التفاصيل التي تستطيع معالجتها، وأنواع المحاكاة التي تركِّز كل قوتها على مجرات منفردة على حساب دراسة تكوُّن المجرات بطريقة إحصائية. إذا أمكن ضم المعرفة المكتسبة من تلك المحاكاة المركَّزة إلى جهود حسابية واسعة النطاق، فإن القيام بمحاكاة رقمية أعلى دقةً للكون سيكون بمتناول أيدينا، ليوجِّه استقصاءاتنا نحو العمليات الفيزيائية الأساسية التي يستند إليها.

من الناحية الحسابية، تبقى القدرة على الوصول للمقاييس الضرورية لمحاكاة تشكُّل النجوم مباشرة، مع احتواء آلاف المجرات المشابهة لدرب التبانة، حلمًا بعيد المنال. لكن بفضل برنامج المحاكاة Illustris، أصبح توليد كون افتراضي معقول من الغاز والنجوم والثقوب السوداء والمادة المظلمة حقيقةً واقعة. ■

مايكل بويلان- كولتشِن يعمل في قسم علم الفلك بجامعة ماريلاند، كوليدج بارك، ماريلاند 20724-2421، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: mbk@astro.umd.edu

1. Planck Collaboration. *Astron. Astrophys.* (in the press); preprint at http://arxiv.org/abs/1303.5076 (2014).
2. Vogelsberger, M. *et al. Nature* **509,** 177–182 (2014).
3. Springel, V. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **401,** 791–851 (2010).
4. Illingworth, G. D. *et al. Astrophys. J. Suppl. Ser.* **209,** 6 (2013).
5. Weinmann, S. M. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* **426,** 2797–2812 (2012).
6. Agertz, O., Kravtsov, A. V., Leitner, S. N. & Gnedin, N. Y. *Astrophys. J.* **770,** 25 (2013).
7. Hopkins, P. F. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1311.2073 (2013).

التنوع الحيوي

العــرض والطـلب

تقترح البيانات التي تم جمعها عن الطيور المغردة في الهيمالايا أن الخطوة المحدِّدة لسرعة إنتاج التنوع الحيوي قد لا تكون هي سرعة تكوين الأنواع، بل السرعة التي يتم بها تكوُّن مجالات بيئية جديدة.

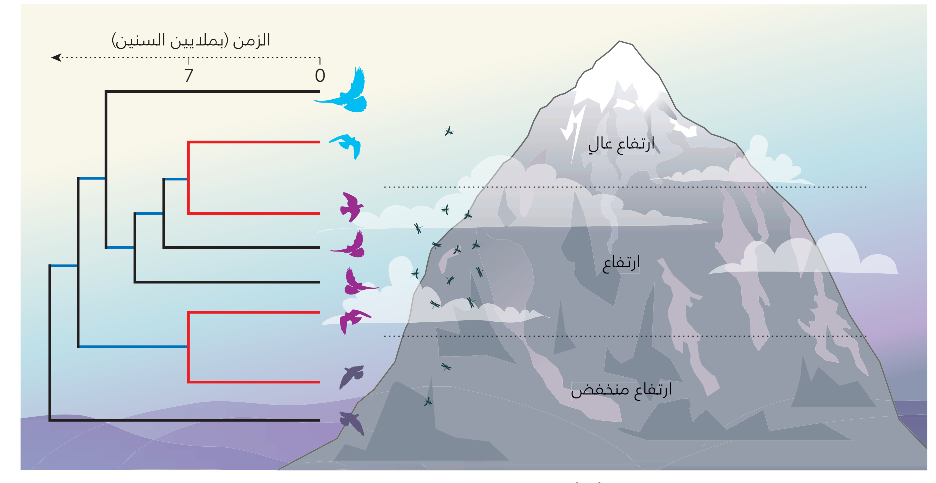
أرني أو. مويرس

يوجد في الوقت الحالي ما يزيد على 10000 نوع من الطيور المسماة على كوكب الأرض، لكن نصف هذا العدد فقط من الثدييات. فما الذي يحدد عدد الأنواع في مجموعة ما؟ في عدد الأسبوع الثاني من مايو الماضي من دورية *Nature* الدولية، يزاوج برايس وزملاؤه[1] بين البيئات التي تعيش فيها أنواع الطيور على مقربة من بعضها البعض في شمال الهند وأعمارها، ليجادلوا بأن المعدل الذي تتكون به المجالات البيئية هو العامل الذي يحدد عدد الأنواع التي تصمد في الواقع، وليس المعدل الذي تتكون به الأنواع الجديدة. وببنائهم لشجرة تطورية جديدة تربط ما بين كل الأنواع الـ358 من الطيور المغردة التي تستوطن منحدر الهيمالايا، خلص المؤلفون إلى أن تعايش الأنواع المرتبطة في المنظر الطبيعي نفسه استغرق في المتوسط 7 ملايين عام.

تبدو هذه الفترة طويلة، فتنوع الطيور في العادة يتضمن الفصل الجغرافي، ويستغرق التباغض المتبادل على مستوى الأنواع من بدايته إلى نهايته، ما يقل عن 3 ملايين عام ليتطور؛ ويمكن للأنواع الجديدة أن تستوطن مناظر أرضية مجاورة، وأن تلتقي بالأنواع التي تربطها بها صلة قرابة في حقبة جيولوجية تمر كلمح البصر. ورغم ما سبق، إلا أنه يندر أن توجد الأنواع التي تشغل المجال البيئي نفسه معًا في الطبيعة. ولذلك.. يجادل برايس وزملاؤه بأن الفترة التي تقارب الأربعة ملايين عام الإضافية، التي يستغرقها توطيد أنواع الطيور لنفسها بمحاذاة أقربائها، تعني أنه عليها الانتظار لهذا الوقت الطويل لتتكوّن المجالات البيئية المتاحة. وتقترح هذه النتائج وجود دور جديد في الطبيعة، قد يكون هو العامل المحدِّد لعملية التنويع.

وبالأخذ في الاعتبار الإشارات المبهمة التي قدمتها لنا الأشجار التطورية حتى الوقت الحالي، فإن استخدام شجرة تطورية جزئيًّا تربط بين الأنواع المتعايشة لطرح حجة عن عمليات تحدث على نطاق واسع هو أمر جريء. وبشكل عام، خلصت الدراسات السابقة التي قارنت بين أطوال الفروع الحديثة والأقدم في الأشجار التطورية لقياس التنوع الحيوي[2] إلى أن الفروع الأكثر حداثة طويلة جدًّا، إذا ما قورنت بالتوقعات التي تطرحها النماذج التطورية البسيطة. وتشير مثل هذه البيانات إلى أن الانقراض غير موجود (وهو أمر غير صحيح بطبيعة الحال)، وأن عملية التنوع الحيوي قد تباطأت في العهود الأخيرة[3].

هناك على الأقل ثلاثة أسباب لهذا النمط الشاذ من تباطؤ التنوع الحيوي. ويأخذ برايس وزملاؤه كل هذه الأسباب في الاعتبار. إنّ استقراء الأشجار مهمة صعبة في كل الأحوال، والفروع الحديثة للأشجار التطورية قد تميل إلى أنْ تكون طويلة جدًّا عند مقارنتها بالفروع الأقدم[4]. ولحسن الحظ، تمكَّن المؤلفون من مقارنة الشجرة التطورية التي توصلوا إليها بشجرة أخرى تم التوصل إليها بصورة مستقلة وتحتوي تقريبًا على جميع الأنواع ذاتها[5]. الأمر المهم هو أنه رغم الاختلاف الكبير بين هاتين الشجرتين في العمر الكلي وفي الشكل، إلا أنهما تتفقان بصورة شبه كاملة على فترة السبعة ملايين عام التي احتاجها تعايش الأقارب.



الشكل 1 | تجمع طيور الهيمالايا. بالرغم من أن أنواع الطيور تستغرق عادة فترة تقل عن ثلاثة ملايين سنة لكي تتكون، يوضح برايس وزملاؤه[1] أن الأنواع وثيقة الصلة (تلك التي تربط ما بينها فروع حديثة (حمراء) في الشجرة التطورية) والتي توجد معًا في المناظر الطبيعية، يفصل بينها ما يقارب سبعة ملايين عام. وهذه الفروع الحديثة أطول بكثير من غالبية الفروع الأكثر عمقًا (زرقاء اللون). وتكشف هذه الشجرة أيضًا عن ميل أنواع الطيور وثيقة الصلة لاستيطان ارتفاعات متباينة. ويوجد عدد أكبر من الأنواع في الارتفاعات المتوسطة التي يوجد بها غذاء أكثر؛ كما أن التباين في أحجام وأشكال الطيور يصل إلى أعلى مستوى له في الارتفاعات الأعلى، التي يوجد بها عدد قليل من الأنواع؛ ولذا.. تقل بها المنافسة. وكل هذه الأنماط تتسق مع نموذج تمثل فيه الفرصة البيئية الكابح الأساسي للتنوع الحيوي.

والأمر الأكثر إثارة للاهتمام هو أن التباطؤ الظاهر للتنوع الحيوي أمر متوقع، لأن حدوث التنوع يستغرق وقتًا، إذ تغيب عنا أحداث التنوع الحيوي الأخيرة، لأننا لا نتعرّف على المجموعات المنفصلة، التي سينتهي بها المطاف لتكون أنواعًا جديدة، بوصفها أنواعًا جديدة[6]. ويعني هذا أن أحداث التنوع الأخيرة لم تُسجَّل بعد، ولذا.. تكون الفروع الحديثة أطول مما ينبغي. وهناك أشجار تطورية عديدة يمكن وصفها بصورة جيدة بمثل هذه العملية[7]، إلا أن برايس وزملاءه يتجنبون هذه المشكلة باستخدام منطق سَلِس. ولأن غالبية أحداث التنوع تحدث حينما تفصل الجغرافيا بين المجموعات، وبافتراض أن السلالات التي تحتل المجالات البيئية نفسها نادرًا ما تتعايش، فإنه يمكن أن يكون هناك عدد قليل من الأنواع التي لم نتعرّف عليها في عينة أنواع تعيش جنبًا إلى جنب، أو لا يكون هناك أيّ منها إطلاقًا. ويمكن للأنواع الحديثة أن توجد في أماكن أخرى، إلا أن طول الفروع الحديثة من الشجرة التي توصَّل إليها المؤلفون لا يرجع بالتأكيد إلى مشكلة تمييز الأنواع.

الأمر الأكثر إثارة للفضول هو النظر في إمكانية شيوع عملية التباطؤ في التنوع الحيوي. ويتبع غزو حيز المجال البيئي الشاغر نسبيًّا - عن طريق الانتشار إلى منطقة جديدة، أو عن طريق تطوير طرق جديدة لكسب العيش - فورة من أنشطة التنوع تتسبب في ملء المجموعة الأولية من المجالات البيئية، لكن الأنواع الجديدة لا تتوطد إلا بعد أن تنقرض الأنواع الأخرى، أو تنشأ مجالات بيئية جديدة[8].

يتوافق نموذج الطلب البيئي هذا أيضًا (عند مقارنته بنموذج العرض التطوري) بصورة جيدة مع عدد من الأشجار التطورية[3]، وتتفق بيانات برايس وزملاؤه عن سجل الطيور المغردة مع هذه القصة (الشكل 1). تقترح البيانات الأخرى من هذه المنطقة أنه من الممكن ربط الفرص البيئية الحديثة بالتغير في الارتفاع، وبالفعل توصل برايس وزملاؤه إلى أن الطيور المغردة التي تربطها علاقة قرابة وثيقة تختلف عن بعضها في الارتفاعات التي تقطنها. ويرتبط النمط المعروف لغنى الارتفاعات المتوسطة[9] بالعدد الأكبر من الأنواع في بيانات المؤلفين بتوفر الغذاء (وكذلك المجالات البيئية) بدلًا من ارتباطه بزيادة التنوع. يوجد نطاق واسع من الطيور المغردة ذات الأشكال والأحجام المختلفة في الارتفاعات فقيرة الأنواع، وربما يرجع السبب في ذلك إلى تحررها من التنافس مع مجموعات الطيور الأخرى التي لم تستطع توطيد نفسها.

نموذج الطلب البيئي للتنوع الحيوي يقدّم رؤية شاملة: تنشأ الأنواع الحديثة بأعداد كبيرة في المجموعات المعزولة، إلا أنها توسع من المدى الذي تنتشر فيه لتملأ المناظر الأرضية، فقط إذا ما كانت هناك سعة بيئية في هذه المناظر. والعديد من الأنواع الجديدة ستضمحل ولن تصل أبدًا إلى مرحلة التوسع. يشير هذا النموذج إلى أن معدل التنوع منفصل عن معدل التوطيد اللاحق، وهذا النمط المبتكر تم توثيقه مؤخرًا في الذباب وفي الطيور[10].

يطرح نموذج الطلب البيئي كذلك عددًا من الأسئلة. أدرك علماء الأحياء التطورية منذ زمن بعيد قوة المنافسة بين الأنواع التي تربطها صلة قرابة[11]، غير أننا أدركنا مؤخرًا فقط أن التنوع يرتبط بصورة وثيقة بالبيئات المتباينة[12]. لذلك نحتاج لمعرفة الإسهامات النسبية للتنوع البيئي[13]، والتنوع غير البيئي[14]، في إنتاج التنوع الحيوي، لكي نتمكن من تقييم نموذج الطلب البيئي. وباعتبار أن هذا النموذج يقترح ارتباط عدد الأنواع في المجموعة بتوفُّر المجال البيئي[10]، فإننا نحتاج إلى فهم السبب وراء توفر عدد أكبر من المجالات البيئية لبعض المجموعات (الطيور على سبيل المثال) مقارنة بغيرها (مثلًا، الثدييات). وكذلك نحتاج للتأكد من صحة القول القائل بأنه، في أي وقت محدد، تكون العديد من المناظر الطبيعية حافلة بالتنوع الحيوي. ■

أرني أو. مويرس يعمل في قسم الأحياء وبرنامج دراسات التطور البشري، جامعة سايمون فريزر، برنابي، بريتيش كولومبيا V5A1S، كندا.
البريد الإلكتروني: amooers@sfu.ca

1. Price, T. D. *et al. Nature* **509,** 222–225 (2014).
2. Nee, S., Mooers, A. O. & Harvey, P. H. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **89,** 8322–8326 (1992).
3. Morlon, H., Potts, M. D. & Plotkin, J. B. *PLoS Biol.* **8,** e1000493 (2010).
4. Revell, L. J., Harmon, L. J. & Glor, R. E. *Syst. Biol.* **54,** 973–983 (2005).
5. Jetz, W., Thomas, G. H., Joy, J. B., Hartmann, K. & Mooers, A. O. *Nature* **491,** 444–448 (2012).
6. Purvis, A., Orme, C. D. L., Toomey, M. H. & Pearson, P. N. in *Speciation and Patterns of Diversity* (eds Butlin, R., Schluter, D. & Bridle, J.) 278–300 (Cambridge Univ. Press, 2009).
7. Etienne, R. S. & Rosindell, J. *Syst. Biol.* **61,** 204–213 (2012).
8. Rabosky, D. L. & Lovette, I. J. *Proc. R. Soc. B* **275,** 2363–2371 (2008).
9. Rahbek, C. *Ecography* **18,** 200–205 (1995).
10. Rabosky, D. L. & Matute, D. R. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 15354–15359 (2013).
11. Darwin, C. *On the Origin of Species* (Murray, 1859).
12. Schluter, D. *The Ecology of Adaptive Radiation* (Oxford Univ. Press, 2000).
13. Nosil, P. *Ecological Speciation* (Oxford Univ. Press, 2012).
14. Svenson, E. I. *Organisms Diversity Evol.* **12,** 229–240 (2012).

كيمياء المواد

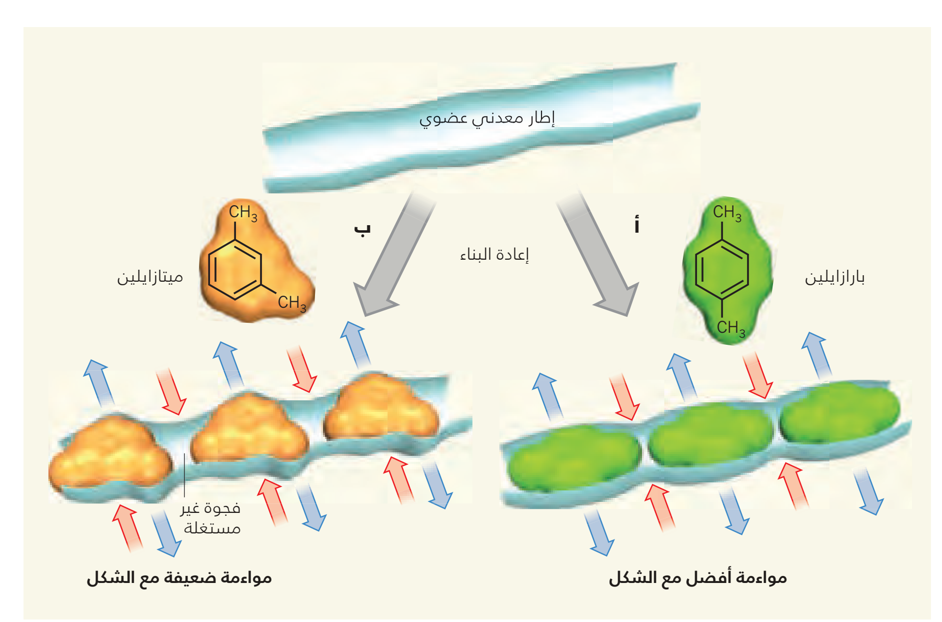
الانتقائيـــة من المـــرونـــة

للمواد المسامية التي تُعرف بالأطر المعدنية العضوية كثير من التطبيقات الواعدة، مثل عمليات الفصل الجزيئي. وإحدى هذه المواد التي تم اكتشافها لها القدرة على تغيير شكلها، بحيث تزيد من انتقائيتها للجزيء المستهدَف.

ريوتارو ماتسودا

أحد أكثر الاعتقادات شيوعًا عن البلورات هو كونها صلدة، إلا أن هذا ليس الحال بالضرورة بالنسبة إلى بلورات الأطر المعدنية العضوية (MOFs)، فهي مواد بلورية ترتبط فيها أيونات المعادن بمجموعة مختلفة من الجزيئات العضوية[1]. تستطيع بعض بلورات الأطر المعدنية العضوية أن تغير من بنيتها البلورية بمرونة حينما تحتجز أو تطلق الجزيئات.

يصف وارن وزملاؤه[2]، في بحثهم المنشور في دورية "أنجِفيدانتِه كيمي" *Angewandte Chemie*، إطارًا معدنيًّا عضويًّا مَرِنًا يعيد تكوين بنية إطاره الجزيئي، لكي يتعرف بصورة انتقائية على الأيزومرات المختلفة لجزيء الزايلين، وهو مركب مفيد صناعيًّا. تسلط هذه النتائج الضرورية الضوءَ على فهم الكيفية التي ينبغي بها تصميم الأطر المعدنية العضوية، بحيث تزيد انتقائيتها للمركبات المستهدفة لأقصى درجة.



الشكل 1 | تُعَزِّز عملية إعادة نمذجة المسام من التعرُّف الجزيئي. توصل وارن وزملاؤه[2] لإطار معدني عضوي يحتوي على قنوات أحادية البعد تغير من شكلها لترتبط بأيزومري بارازايلين وميتازايلين. **أ.** تسمح إعادة تركيب بنية القناة (الأسهم الحمراء والزرقاء) بالمواءمة الممتازة لجزيئات بارازايلين. **ب.** مثل هذه المواءمة الفعالة غير ممكنة في حالة ميتازايلين، كما أنها تنتج فجوات غير مستخدمة ما بين الجزيئات المستضافة. يعزز هذا الفرق بدرجة كبيرة من انتقائية الإطار المعدني العضوي لبارازايلين.

تحتوي بلورات الأطر المعدنية العضوية على الآلاف من المسام، التي يقل قطر معظمها عن 2 نانوميتر. لذا.. تُجرَى دراسات كثيرة جدًّا على التطبيقات الصناعية المحتملة لهذه المواد ذات المسام النانوية في مجالات تخزين الغازات، وفصل الجزيئات والتحفيز، كما تُجرَى أبحاث على مواد مسامية أخرى، كالزيوليتات والكربون المنشَّط. كان الهدف الرئيس حين بدأت دراسة كيمياء الأطر المعدنية العضوية في تسعينات القرن العشرين هو تحضير أطر معدنية عضوية بلورية صلدة وصلبة ومتينة؛ بغرض الحصول على شبكات[3] ذات مسامية عالية وثبات عالٍ، إلا أن العقد الأول من القرن الحالي شهد ظهور الأطر المعدنية العضوية التي تستطيع القيام بتغيرات بنيوية قابلة للانعكاس، دون أن تنهار.

ترجع الطبيعة المرنة للأطر المعدنية العضوية للروابط "التناسقية" التي تتكون ما بين أيونات المعادن والروابط العضوية، وللحجم الكبير للفراغ الحر الموجود داخل الأطر المعدنية العضوية. ونظرًا إلى ضعف الروابط التناسقية، يكون من السهل كسرها وإعادة تكوينها في بلورات الأطر المعدنية العضوية[4،5]، الشيء الذي قد يسمح بدوره بإعادة التنظيم الديناميكي لهندسة الترابط. ولأن الشبكة الجزيئية غير المتناهية للأطر المعدنية العضوية تتكون بالكامل من الروابط التناسقية، فإن مثل هذه التغيرات تجعل من الممكن تغيير البلورة بنيويًّا بالكامل.

للحركة الديناميكية للجزيئات العضوية كذلك دور مهم في المرونة البنيوية لبلورات الأطر المعدنية العضوية. فالجزيئات التي تشكل جزءًا من الهيكل المسامي تكون على درجة أقل من الاتصال مع المكونات الأخرى للإطار المعدني العضوي إذا ما قورنت بالجزيئات الموجودة في معظم المواد الصلبة الأخرى، الشيء الذي يسمح بحدوث الحركات الاهتزازية والدورانية عالية المرونة التي تمكن من تعديل أو ضبط بنية المسام.

في البداية، لوحظت التحولات المرنة عند إزالة المذيب من أو امتزازه على الأطر المعدنية العضوية[6-8]. وتباعًا، لوحظت هذه الظاهرة أيضًا عند احتجاز الأطر المعدنية العضوية لجزيئات الغاز في جوٍّ جاف[9،10]، الشيء الذي استبعد إمكانية أن ترجع هذه التغيرات ببساطة إلى إعادة تبلور الإطار. تقدمت الأبحاث التي أُجريت على آلية احتجاز الجزيئات في الأطر المعدنية العضوية المرنة بدرجة كبيرة بسبب الملاحظات المباشرة[11،12] للتغيرات الإطارية، وللجزيئات المحتجزة في المسامات النانوية، باستخدام التحليل البنيوي بواسطة الأشعة السينية.

بشكلٍ عام، تفتح هذه الأنظمة المرنة مساماتها لكي تؤوي الجزيئات المستضافة، ثم ترجع بعدها للحالة المغلقة، بمجرد أن يتم تصريف هؤلاء الضيوف، غير أن أحد تعقيدات تطبيقات هذه الأنظمة في مجال الفصل الجزيئي هو أنه بمجرد أن تُفتَح هذه المسام بواسطة الجزيئات المستهدفة في الخليط، حتى تنتشر مكونات أخرى غير مرغوب فيها إلى المسام، إذا استطاعت أن تتواءم مع فراغ الفجوة الموجودة في هيئة الإطار ذي المسام المفتوحة. لذلك.. وهو الأمر الأهم، يمكن أن تضعُف انتقائية الإطار المعدني العضوي للجزيء المستهدف، وتقِل بالتالي مقدرته على الفصل[13]. ونتيجة لذلك تتضح أهمية إرساء قواعد إرشادية لتصميم أطر معدنية عضوية مرنة ذات قدرات فصل تتفوق على مثيلاتها من تلك الموجودة حاليًا[14].

الآن، دخل وارِن وزملاؤه الساحة.. ويصف هؤلاء إطارًا معدنيًّا عضويًّا ذا انتقائية عالية لأخذ بارا-أيزومر لجزيء الزايلين، بدلًا من ميتا-أيزومر، وهو يفصل أيضًا بارا-أيزومر عن الأيزومِرات الأخرى بكفاءة تفوق نظيرتها لدى المواد المستخدمة حاليًّا (الزيوليتات غير العضوية). يتم الحصول على الزايلين كخليط من الأيزومِرات من عملية تحفيز، إلا أن بارازايلين هو المكون الأكثر فائدة، نظرًا إلى كونه خام تغذية لإنتاج حمض التيريفثاليك، الذي يُحتاج إليه بدوره لتصنيع عديد إثيلين التيرافثالات، وهو البوليمر الذي يشيع استخدامه في تصنيع العبوات البلاستيكية. لذا.. تُعد المقدرة على الحصول على بارازايلين نقي أمر مهم؛ إلا أن هذا ليس سهلًا، بسبب التشابه في الحجم والخواص الفيزيائية (مثل درجة الغليان) مع باقي الأيزومِرات.

لا يعلن وارِن وزملاؤه مقدرتهم على فصل بارازايلين عن ميتازايلين بكفاءة عالية فحسب، بل يقدمون أيضًا دليلًا بلوريًّا جليًّا على آلية الفصل، مقدِّمين بذلك معلومات بالغة الأهمية عن الكيفية التي يمكن أن تُصمم بها الأطر المعدنية العضوية المرنة. للإطار المعدني العضوي الذي حضَّره وارن وزملاؤه نوعان من القنوات أحادية البعد. والأمر الجدير بالملاحظة هو أنه بمقدور هذه القنوات أن تقوم بالاسترخاء البنيوي، الذي يتضمن تغيرات هندسية حول أيونات المعدن (السيريوم)، ودوران حلقة بنزين في الروابط العضوية.

حينما قام المؤلفون بتصميم نموذج حاسوبي للإطار الخالي من الضيف، باعتباره بنية صلدة، تنبأت عملية المحاكاة باستبعاد جزيء الميتازايلين من المسام، لكن ـ في الواقع ـ تتسبب إعادة تكوين بنية الإطار في استرخاء القنوات، بحيث يمكن أن تسمح باستضافة جزيئات ميتازايلين، الشيء الذي تمت البرهنة عليه بواسطة تحليل البنية البلورية عن طريق الأشعة السينية. إذن، ما السبب في الامتزاز الانتقائي للإطار المعدني العضوي لبارازايلين؟

قام وارن وزملاؤه بإجراء دراسات بنيوية إضافية؛ ووجدوا أن إعادة تركيب القناة الناتج من استضافة بارازايلين تحدث بصورة تعاونية مع تغذية راجعة إيجابية، الشيء الذي يعزز من مواءمة القنوات للجزيئات عن طريق التمدد والانكماش المتموضعين (الشكل 1أ). وعلى النقيض مما سبق، تتطلب استضافة ميتازايلين تشوهًا كبيرًا للقنوات، وتُصاحبها ردود فعل سالبة، الشيء الذي يولِّد فجوات فراغية غير مستخدمة وغير مواتية، وجزيئات مستضافة غير منتظمة (الشكل 1ب). يرى الباحثون أن إعادة التركيب المواتية وغير المواتية لبنية القنوات في حالة البارازايلين والميتازايلين، على الترتيب، تزيد من انتقائية الإطار المعدني العضوي في فصل هذين الأيزومرَين.

ورغم أن وارن وزملاءه يوضحون بجلاء الكيفية التي يستضيف بها الإطار المعدني العضوي البارازايلين أو الميتازايلين النقي، إلا أن الكيفية التي تحتجز بها القنوات خليطًا من كلا الركيزتين أثناء عملية الفصل ما زالت مبهمة. يجب دراسة هذا الموضوع في الأبحاث في المستقبل. إضافة إلى ما سبق، درس المؤلفون نظامهم، بالدرجة الأكبر، أثناء حالات الاتزان، إلا أن الدراسات الحركية لعملية الفصل ستقدم معلومات ذات فائدة عملية أكبر لتصميم أطر معدنية عضوية مرنة يمكن استخدامها في عديد من التطبيقات.

يمكن تغيير الهيئة الفراغية للجزيئات الحيوية مثل البروتينات بصورة مرنة؛ لتعزيز مقدرتها في التعرف على ركيزة محددة. وتثبت هذه النتائج الجديدة أن هذا المفهوم يمكن تطبيقه أيضًا على الأطر المعدنية العضوية المرنة، وتفتح مجالًا للتعرف والفصل الجزيئيَّين بواسطة المواد الصلبة المسامية البلورية. وبمجرد أن تُرسَى قواعد إرشادية للكيفية التي يمكن بها تصميم الأطر بغرض تعزيز انتقائيتها لنطاق واسع من الجزيئات المستهدفة، تصبح الأطر المعدنية العضوية المرنة نماذج واعدة للفصل الجزيئي في الصناعة. ■

ريوتارو ماتسودا يعمل في معهد علوم الخلية والمواد المتكاملة، جامعة كيوتو، كاتسورا، نيشيكو كو، كيوتو 615-8530، اليابان.

البريد الإلكتروني: rmatsuda@icems.kyoto-u.ac.jp

1. Kitagawa, S., Kitaura, R. & Noro, S. *Angew. Chem. Int. Edn* **43,** 2334–2375 (2004).
2. Warren, J. E. *et al. Angew. Chem. Int. Edn* **53,** 4592–4596 (2014).
3. Yaghi, O. M. *et al. Nature* **423,** 705–714 (2003).
4. Kitagawa, S. & Matsuda, R. *Coord. Chem. Rev.* **251,** 2490–2509 (2007).
5. Horike, S., Shimomura, S. & Kitagawa, S. *Nature Chem.* **1,** 695–704 (2009).
6. Matsuda, R. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **126,** 14063–14070 (2004).
7. Serre, C. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **124,** 13519–13526 (2002).
8. Cussen, E. J., Claridge, J. B., Rosseinsky, M. J. & Kepert, C. J. *J. Am. Chem. Soc.* **124,** 9574–9581 (2002).
9. Kitaura, R., Seki, K., Akiyama, G. & Kitagawa, S. *Angew. Chem. Int. Edn* **42,** 428–431 (2003).
10. Li, D. & Kaneko, K. *Chem. Phys. Lett.* **335,** 50–56 (2001).
11. Matsuda, R. *et al. Nature* **436,** 238–241 (2005).
12. Halder, G. J. & Kepert, C. J. *J. Am. Chem. Soc.* **127,** 7891–7900 (2005).
13. Li, J.-R., Sculley, J. & Zhou, H.-C. *Chem. Rev.* **112,** 869–932 (2012).
14. Sato, H. *et al. Science* **343,** 167–170 (2014).

علم الأحياء المجهرية

حواجز أمام انتشار المقاومة

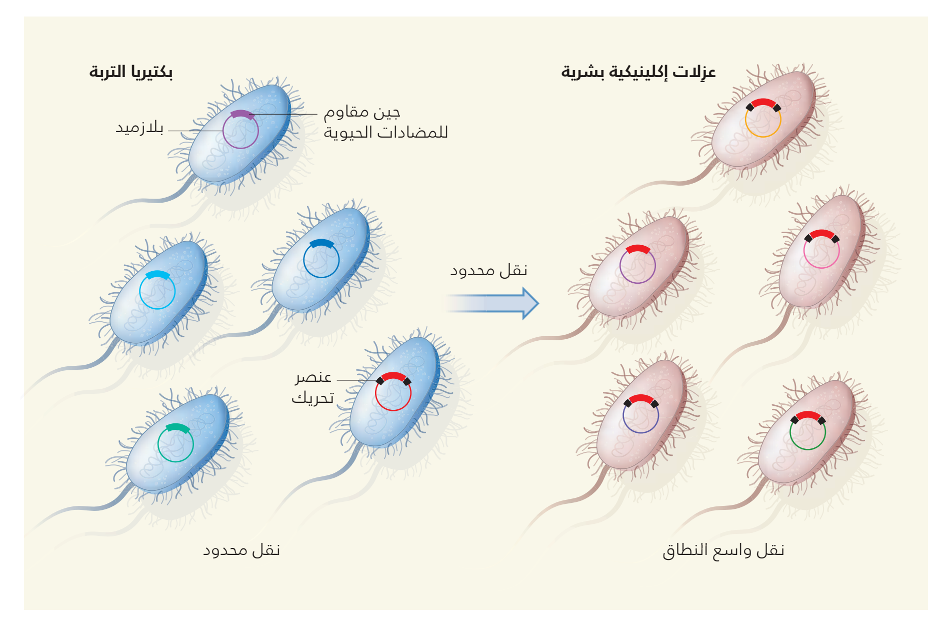
على الرغم من تحديد جيناتٍ كثيرة قادرة على منح مقاومة تجاه المضادات الحيوية في ميكروبات التربة، تجد دراسة أن عددًا قليلًا منها تشترك به العوامل الممرضة للبشر، وأن هناك نقلًا محدودًا للجينات ضمن مجتمعات التربة.

مُورتن أو. إيه. سومَّر

تتسبب المقاومة تجاه المضادات الحيوية في تعقيد علاج عديد من حالات العدوى البكتيرية؛ مما يؤدي إلى ارتفاع معدل الوفيات، وزيادة تكاليف الرعاية الصحية عالميًّا.

تكتسب العوامل المُمْرِضة في كثير من الأحيان مقاومة تجاه المضادات الحيوية من مصادر أخرى، وتُعتبر البكتيريا التي تستوطن التربة خزانًا مهمًّا للجينات المقاومة. في العدد الصادر في نهاية مايو الماضي من دورية *Nature* الدولية، يحدّد فورسبرج وزملاؤه[1] ما يقرب من 3000 جين من التربة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | النقل المحدود. حدد التحليل الذي قام به فورسبرج وزملاؤه للجينوميات البيئية للكائنات الدقيقة[1] في التربة حوالي 3,000 جين يتمكن من منح مقاومة تجاه المضادات الحيوية، ولكنهم وجدوا أن أقل من 0.1% من هذه الجينات حُددت باعتبارها مشاركة في مقاومة المضادات الحيوية في البكتيريا المعزولة من المرضى من البشر. كما أظهروا أن عددًا أقل من الجينات المقاومة الموجودة في بكتيريا التربة محاطة بالعناصر المحركة، مقارنة بتلك الموجودة في العناصر المُمْرِضة، مما يشير إلى وجود نقل محدود لهذه الجينات ضمن مجتمعات التربة، ومن التربة إلى أنواع البكتيريا الأخرى.

تَمنح مقاومةً تجاه المضادات الحيوية، ويجد أن هناك جزءًا ضئيلًا فقط من هذه الجينات هو المشترك مع العوامل المُمْرِضة للبشر. إضافة إلى ذلك.. تشير بياناتهم إلى أن حشد واختيار مثل هذه الجينات، لا انتشارها، هو الذي يحدّ من نقلها بين بكتيريا التربة ومع البكتيريا الأخرى، بما فيها العوامل المُمْرِضة للبشر.

أظهر التسلسل الجينومي لآلاف البكتيريا المُمْرِضة أن العوامل المُمْرِضة غالبًا ما تكتسب الجينات المقاومة للمضادات الحيوية من مصادر أخرى عن طريق النقل الأفقي للجينات[2]. تسمح هذه العملية للبكتيريا، حتى ذوات صلة القرابة البعيدة، بنقل الجينات من خلال الفيروسات (ملتقمات البكتيريا) أو البلازميدات الاقترانية (وهي جزيئات صغيرة من الحمض النووي تنفصل عن الحمض النووي الكروموزومي الذي يمتلك آلية لتسهيل النقل بين البكتيريا)، أو من خلال التقاط الحمض النووي الحر في البيئة المحيطة. من المعروف أن جميع هذه الآليات تسهم في ظهور المقاومة لدى العوامل المُمْرِضة للبشر تجاه المضادات الحيوية، ومع ذلك فإن منشأ معظم الجينات المقاومة ذات الصلة الإكلينيكية يبقى محيّرًا. وتباعًا، يجري توجيه الجهود البحثية بغرض التصدّي لهذه المسألة عن طريق إيضاح الجينات المقاومة للمضادات الحيوية، التي تحتضنها التجمّعات الميكروبية المختلفة[3].

يستطيع الكثير من بكتيريا التربة إنتاج المضادات الحيوية، وتمتلك هذه البكتيريا أيضًا الجينات اللازمة لمَنْح المناعة ضد السموم التي تنتجها. استنادًا إلى هذا، اقتُرِح[2] أن مُنْتِجات المضادات الحيوية هذه قد تكون هي نفسها منشأ الجينات المقاوِمة للمضادات الحيوية. وقد أشارت الأبحاث اللاحقة أيضًا إلى ميكروبات أخرى في التربة قد تكون مصدرًا للجينات المقاوِمة، بما فيها البكتيريا التي يمكنها العيش على المضادات الحيوية[4]. ولكن، على الرغم من البحوث الهامة في هذا المجال، تمكّن عدد قليل فقط من الدراسات من إظهار ارتباط بين الجينات المقاوِمة في التربة وتلك الموجودة في العوامل المُمْرِضة للبشر[5].

نشر فورسبرج وزملاؤه الجينوميات البيئية الوظيفية بغرض دراسة مجتمعات ميكروبات التربة وتوصيف الجينات التي تمنح مقاومة تجاه المضادات الحيوية لسلالة غير مقاومة من بكتيريا الإشيريشية القولونية. وقد حددوا ما يقرب من 3000 جين مانح للمقاومة، وهو عدد يمكن مقارنته بكافة الجينات المعروفة حاليًا بمقاومتها للمضادات الحيوية[6]. لذا.. تُظهِر هذه الدراسة بوضوح وجود تنوع استثنائي من الجينات المقاومة للمضادات الحيوية في الطبيعة، كما اقترح تحليل سابق للتجمعات الميكروبية في التربة[7].

أشارت دراسة سابقة[5] أجرتها المجموعة التي تقدم البحث الحالي، إلى أول حالة لنقل عدة جينات مقاومة للعقاقير بين بكتيريا التربة عديمة الضرر والعوامل المُمْرِضة للبشر، وهو ما يشي بأن إمكانية نقل الجينات بين بكتيريا كهذه أمر ممكن. إلا أن تلك الدراسة شملت الخطوات المخصبة للبكتيريا، والتي تعيق التقدير الكمي لمدى هذا النقل. أما في هذه الدراسة، فقد استخدم المؤلفون أسلوبًا لم يتطلب تخصيبًا، وسمح لهم بتقدير كمّي لمدى وجود الجينات المشتركة المقاومة للمضادات الحيوية بين بكتيريا التربة والبكتيريا التي سبق وصفها.

وقد وجدوا أن حوالي 0.1% فقط من جينات التربة المقاومة التي تم تحديدها تشبه إلى حد كبير (أكثر من 99% من هوية النوكليوتيدات) الجينات المقاومة التي كُشفت سابقًا، مما يشير إلى أنه لا يوجد سوى تداخل محدود بين جينات بكتيريا التربة المقاومة وغيرها من البكتيريا، بما في ذلك تلك التي تسبب العدوى لدى البشر (الشكل 1). ورغم أن هذا التداخل المنخفض لا يستبعد احتمال عمل بكتيريا التربة كمنشأ للجينات المقاومة للمضادات الحيوية التي تسبب المشاكل الإكلينيكية، إلا أنها تثبت أن جزءًا ضئيلًا فقط من الجينات المقاومة من بكتيريا التربة قد انتقل إلى العوامل المُمْرِضة للبشر.

عمد فورسبرج وزملاؤه إلى التحقّق أيضًا مما إذا كان التداخل المحدود قد نجم عن نقل محدود للجينات المقاومة للمضادات الحيوية ضمن مجتمع ميكروبات التربة. إذا كان هذا هو الحال، فإن جينات مقاومة معينة يجب أن تترافق بثبات مع تقسيمات سلالات معينة. أظهر المؤلفون أن هذا حقيقي فعلًا، واستنتجوا أن مجموع الجينات المقاومة المؤلَّف من تجمعات ميكروبات التربة المختلفة يرتبط ارتباطًا وثيقًا بهندسة السلالات في تلك التجمعات. لم يتمكن المؤلفون من حل رموز هندسة السلالات في ما بعد مستوى الشُّعب، وبالتالي لم يكن الاستبعاد التام للانتقال الأفقي للجينات ضمن الشعبة المعينة ممكنًا. ولكنهم على أي حال، أظهروا أن بكتيريا التربة، على النقيض من العوامل المُمْرِضة للبشر، تمتلك عددًا أقل بكثير من عناصر الحشد التي تلتفّ على جيناتها المقاومة، مما يدعم فرضيتهم المتعلقة بالنقل المحدود للجينات المقاومة بين بكتيريا التربة. تتّسق هذه النتائج مع الفرضية القائلة بوجود اختيار محدود لمقاومة المضادات الحيوية ضمن المجالات الحيوية الدقيقة للتربة مقارنة باختيار مقاومة المضادات الحيوية في العوامل المُمْرِضة للبشر.

تغذّي هذه النتائج السؤال المستمر عن وظيفة الجينات المقاومة للمضادات الحيوية لدى مضيفيها الطبيعيين. فمثلًا، البروتينات الناقلة التي تنتمي إلى الطائفة الرئيسة الميسّرة (MFS) التي حددها المؤلفون ـ باعتبارها تمنح مقاومة لمجموعة واسعة من فئات المضادات الحيوية ـ قد لا تعمل في الواقع كبروتينات مقاومة للمضادات الحيوية ضمن مضيفيها، بل في عمليات مختلفة، كنقل الجزيئات الصغيرة الأخرى التي قد تكون أكثر وفرة من المضادات الحيوية في التربة. وبالمثل، فإن إنزيمات بيتا لاكتاميز ـ التي تم تحديدها ـ قد تعمل كإنزيمات لإعادة تشكيل جدار الخلية في مضيفيها الطبيعيين. إن الندرة الجلية لعناصر الحشد الحاضنة لهذه الجينات تشير إلى أن اختيار وظائف المقاومة في التربة ونقلها ليس بالقوة ذاتها التي هي عليها في الأوساط الأخرى.

بِغَضّ النظر عن وظيفة هذه الجينات في مضيفيها الطبيعيين، تُظهر دراسة فورسبرج وزملائه أن المجالات الحيوية الدقيقة في التربة تؤوي مجموعة استثنائية التنوع من الجينات ذات القدرة على منح العوامل المُمْرِضة للبشر، كالإشيريشية القولونية، مقاومة تجاه المضادات الحيوية. كما تشير النتائج التي توصلوا إليها إلى أن توافر الجينات المُرمِّزة للبروتينات القادرة على منح المقاومة تجاه المضادات الحيوية قد لا يكون هو الذي يحدّ من انتشار المقاومة، بل حشد ونقل هذه الجينات. يجب أن تُجرَى دراسات وظيفية للجينوميات البيئية على أنواع التربة التي تعرضت لتركيزات مثبِّطة من المضادات الحيوية، لاختبار ما إذا كان هذا يزيد من مدى حشد وتحريك الجينات المقاومة، أم لا. ■

مورتن أو. إيه. سومَّر من قسم علم أنظمة الأحياء ومركز مؤسسة نوفو نورديسك للاستدامة الحيوية، جامعة الدنمارك التقنية، 2800 كونجنز لينجبي، الدنمارك
البريد الإلكتروني: msom@bio.dtu.dk

1. Forsberg, K. J. *et al. Nature* **509,** 612–616 (2014).
2. Davies, J. & Davies, D. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* **74,** 417–433 (2010).
3. Allen, H. K. *et al. Nature Rev. Microbiol.* **8,** 251–259 (2010).
4. Dantas, G., Sommer, M. O. A., Oluwasegun, R. D. & Church, G. M. *Science* **320,** 100–103 (2008).
5. Forsberg, K. J. *et al. Science* **337,** 1107–1111 (2012).
6. McArthur, A. G. *et al. Antimicrob. Agents Chemother.* **57,** 3348–3357 (2013).
7. Riesenfeld, C. S., Goodman, R. M. & Handelsman, J. *Environ. Microbiol.* **6,** 981–989 (2004).

علم وظائف الأعضاء

وظيفة مزدوجة عند الحاجز الدموي الدماغي

يبدو أن خاصيتَين من خواص الحاجز الدموي الدماغي – نقل الدهون إلى الدماغ، ونقل الجزيئات عبر الخلايا المبطنة للأوعية الدموية – يخضعان للتنظيم من قبل نفس البروتين: *Mfsd2a*.

كريستر بيتشولتز

إن الحاجز الدموي الدماغي (BBB) سلاح ذو حدين. فمن ناحية، تساعد هذا الواجهة الخلوية على الحفاظ على بيئة مثلى ثابتة للوظيفة العصبية عبر مجموعة من الحواجز وأنظمة النقل الانتقائية التي تنظّم مرور الجزيئات المرغوب فيها وغير المرغوب فيها، ولكنه من ناحية أخرى، يمثل تحديًا طبيًّا هائلًا، لأنه يوقف معظم الأدوية عن المرور من مجرى الدم إلى الدماغ. في العدد الصادر في 22 مايو الماضي من دورية *Nature* الدولية، نُشر بحثان يشكلان إضافة مهمة إلى حد كبير لفهمنا البدائي للحاجز الدموي الدماغي، فقد كشف نجوين وزملاؤه[1] كيف يتم نقل أحد أحماض أوميجا-3 الدهنية الأساسية عبره، كما حدد بن تسفي وزملاؤه[2] الآلية المشاركة في كبت نقل مكوّنات بلازما الدم، بواسطة الحويصلات، إلى الدماغ.

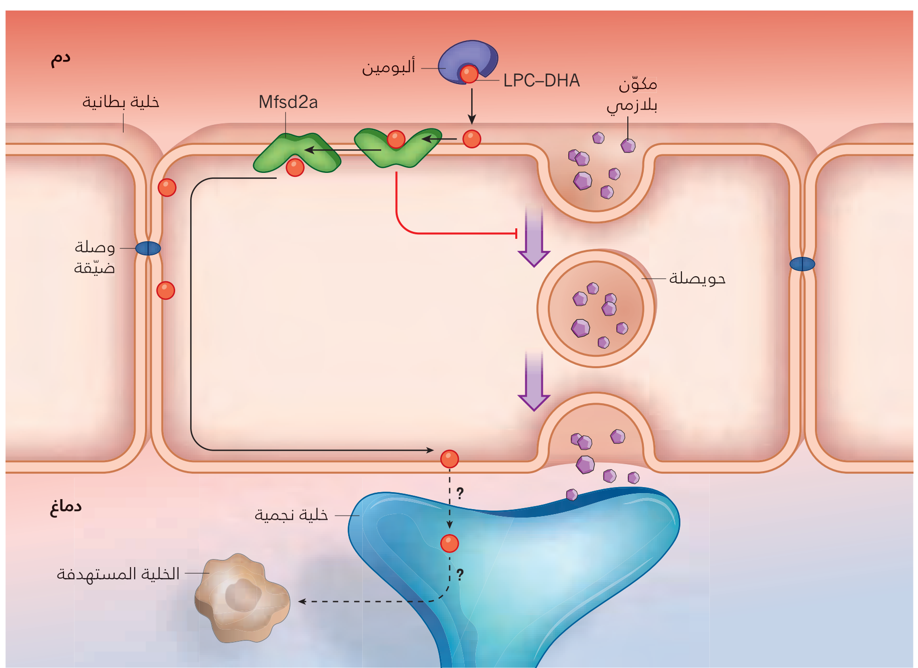
وما يثير الدهشة، هو أن هاتين العمليتين اللتين تبدوان غير مترابطتين، تعتمدان على الجين نفسه، *Mfsd2a*، الذي يشفّر بروتينًا عبر غشائيّ نوعي للخلايا البطانية للأوعية الدموية في الدماغ. يبدو الأمر وكأنه اصطياد عصفورين بحجر واحد، ولكن الاكتشافات توضّح أيضًا الخصائص المتناقضة للحاجز الدموي الدماغي: فالجين *Mfsd2a* ينقل الدهون الضرورية لنمو الدماغ ووظيفته، في حين يثبّط في الوقت نفسه طريق النقل عبر الحاجز الدموي الدماغي التي قد تكون مثالية لإيصال عقاقير معقدة، كالأجسام المضادة ، إلى الدماغ.

يعتبر الجين *Mfsd2a* عضو في فصيلة الميسّرات العليا (MFS) من الناقلات الثانوية الفعالة[3] وهي بروتينات تستخدم القدرات الكهروكيميائية للذوائب من أجل النقل المكوكي لركائز معيّنة عبر الأغشية الدهنية. ومع ذلك، فإن العديد من ناقلات فصيلة الميسّرات العليا ليس لديها بعد ركائز ووظائف موصوفة[4]. وقد أظهرت دراسات سابقة أن تعبير *Mfsd2a* تحفّزه عوامل في الكبد أثناء الصيام[5]، كما أن هذا البروتين يشارك في نقل[6] المضادات الحيوية، وفي الاندماج الخلوي في المشيمة البشرية[7،8]، إلا أن *Mfsd2a* مُحافَظ عليه تطوريًّا بقوّة، وهذا ما يبدو غير متسّق مع دورٍ خاص بالبشر في المشيمة، ويشير - بدلًا من ذلك - إلى أن وظيفته الأساسية تكمن في مكان آخر. وإضافة إلى ذلك.. يوجد جين *Mfsd2a* بكميات منخفضة فقط في الكبد، ولكن يتم التعبير عنه بشدة في جميع أنحاء أدمغة عدة أنواع، وتتمتع الفئران التي تفتقر إلى *Mfsd2a* بأيض كبدي طبيعي ولكنها تصاب باضطرابات عصبية[9]. الآن، يحدد كل من نجوين وبن تسفي وزملاؤهما أن *Mfsd2a* يعبّر عنه بشكل أساسي ونوعي من قبل الخلايا البطانية في الدماغ، مما يوحي بأن له دورًا في الحاجز الدموي الدماغي.

استفاض نجوين وزملاؤه في التوصيف التشريحي والسلوكي للفئران التي تفتقر إلى *Mfsd2a*، ووجدوا أن هذه الحيوانات تتميز بأدمغة صغيرة ومجموعة من العيوب الحركية والإدراكية، ولديها أعداد منخفضة من أنواع معينة من الخلايا العصبية. وبملاحظة أن هذه العيوب هي عيوب شبيهة لنقص أحماض أوميجا-3 الدهنية، قارن المؤلفون بين تركيب الدهون في الأدمغة التي تخلو من *Mfsd2a*، وفي أدمغة فئران مجموعة المقارنة، ووجدوا مستويات منخفضة من أحد أحماض أوميجا-3 الدهنية المعيّنة لدى الحيوانات الطافرة: وهو حمض الدوكوساهيكسانويك (DHA). كشف التحليل في المختبر أن *Mfsd2a* ينقل DHA فقط عندما يرتبط هذا الحمض الدهني بالدهن الذي يطلق عليه اسم ليزوفوسفاتيديل كولين (LPC). وأكدت التجارب المجراة على الأحياء أن التقاط الدماغ لـ DHA يحدث بشكل رئيس عن طريق نقله مرتبطًا باللّيزوفوسفاتيديل كولين (LPC-DHA) والذي يعتمد على Mfsd2a (Transport) (الشكل 1). ورغم أن أهمية حمض DHA لنمو الدماغ الطبيعي وأدائه الوظيفي كانت معروفة بالفعل[10]، إلا إن دور الليزوفوسفاتيديل كولين كناقل له عبر الحاجز الدموي الدماغي، بواسطة الجين *Mfsd2a*، يمثل تقدّمًا في فهمنا لكيفية دخول الأحماض الدهنية الأساسية إلى الدماغ.

قارب بن تسفي وزملاؤه *Mfsd2a* من زاوية مختلفة. إذ بحثوا عن نسخ جينية يرتبط التعبير عنها من قبل الخلايا الوعائية مع تطور الحاجز الدموي الدماغي. كانت الأبحاث السابقة قد أشارت إلى أن الحاجز الدموي الدماغي، لدى الثدييات، يتشكل، جزئيًّا على الأقّل، قبل الولادة، ولكن التوقيت الدقيق لحدوثه لم يكن واضحًا، وما إذا كانت هناك اختلافات موضعية، أم لا. ولمراقبة تطور الحاجز الدموي الدماغي، حقن المؤلفون أصباغًا مشعة في أكباد أجنة الفئران، التي دخلت الأصباغ منها إلى الدورة الدموية. عندئذ، تمكّن المؤلفون من رسم خريطة نضج الحاجز الدموي الدماغي الجنيني بدرجة عالية من الدقة المكانية والزمانية، وبالتالي تحديد مرحلة تطور مناسبة لتنميط النسخة الجينية. وقد وجدوا أن *Mfsd2a* كان مُعَبَّرًا عنه بإفراط بشكل سائد في بطانة القشرة الدماغية مقارنة ببطانة الأوعية الدموية الرئوية عندما كان عمر الجنين 13 يومًا ونصف اليوم، وأن الحاجز الدموي الدماغي كان مصابًا بخلل لدى الفئران التي تفتقر إلى *Mfsd2a* منذ أن كان عمر الجنين 15 يومًا ونصف اليوم، حتى مرحلة البلوغ .

وجد الباحثون أيضًا، مقارنة بالفئران بمجموعة المقارنة، أن الخلايا البطانية في أدمغة الفئران التي تفتقر إلى *Mfsd2a* أبدت زيادة في النقل عبر الخلوي نقل جزيئات من أحد جانبي الخلية إلى جانب آخر ضمن حويصلات محددة الغشاء (الشكل 1). كما ذُكِر حدوث زيادة في معدل النقل عبر الخلوي لدى الفئران التي تتميز بانخفاض كثافة الخلايا الحوطيّة (الخلايا التي تلتفّ حول الخلايا البطانية للأوعية الدموية الصغيرة) في الدماغ[11،12]، مما أوصل بن تسفي وزملاءه إلى الاستنتاج بأن التعبير عن *Mfsd2a* في الخلايا



الشكل 1 | الدور المزدوج لـ *Mfsd2a*. يرتبط ليزوفوسفاتيديل كولين – حمض الدوكسوهيكسانويك (LPC-DHA) ببروتين الألبومين أثناء الانتقال في الدم. وعندما يصل إلى الحاجز الدموي الدماغي، ينفصل LPC-DHA عن الألبومين ويُمتزّ إلى الطبقة الدهنية الخارجية من الغشاء الخلوي للخلايا البطانية. أظهر نجوين وزملاؤه[1] أن *Mfsd2a* يربط LPC-DHA وينقله إلى الطبقة الدهنية الداخلية، سامحًا له بتجاوز الوصلات الضيقة بين الخلايا البطانية، والوصول إلى الجانب المواجه للدماغ من الخلية. أهداف DHA في الدماغ غير معروفة، وكذلك الطريقة التي تمر بواسطتها عبر البنى "قدم النهاية" للخلايا النجمية، التي تغطي الأوعية الدموية الدماغية بشكل تام. كذلك أظهر بن تسفي وزملاؤه[2] أن *Mfsd2a* يكبت النقل عبر الخلوي في الخلايا البطانية، وهي آلية نقل تنتقل بواسطتها مكونات بلازما الدم، ومن ضمنها البروتينات، عبر الخلية ضمن حويصلات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البطانية الدماغية يعتمد على وجود الخلايا الحوطيّة. يبدو هذا المسار للنقل عبر الخلوي ذا جاذبية خاصة من منظور إيصال الأدوية، نظرًا لعدم وجود دليل لوضع قيود على الكتلة الجزيئية أو الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد المنقولة بواسطة هذه العملية[11]. استهداف الخلايا الحوطيّة كوسيلة لفتح الحاجز الدموي الدماغي لمرور الأدوية سيكون غير منطقي (لأن هذه الخلايا توجد في الجانب الدماغي أكثر منها في الجانب الدموي من الحاجز)، لكن استهداف *Mfsd2a* في الغشاء اللمعي للخلايا البطانية (الذي يلامس الدم) قد يكون ممكنًا.

تقدّم هاتان الدراستان أول معالجة ملموسة جزيئية للدهون والنقل الغشائي الحويصلي عبر الخلايا البطانية للدماغ، ولكن ما تزال هناك العديد من التفاصيل التي يتعين استكشافها. كيف ينظم *Mfsd2a* النقل عبر الخلايا البطانية؟ هل يتم هذا بآلية مباشرة، أم أنها تعمل بشكل غير مباشر عن طريق نقل الدهون الناقصة إلى الدماغ؟ قد تتمكن الأسباب الأخرى لنقص الدهون، مثل نقص حمض DHA في الغذاء، من إلقاء الضوء على هذا السؤال.

فيما يتعلق بنقل حمض DHA عبر الحاجز الدموي الدماغي، تم توضيح الخطوة الأولى فقط حتى الآن، وسيكون مثيرًا استكشاف كيف لأحد الدهون (أو كلها)، المنتقلة بواسطة *Mfsd2a*، استكمال مروره عبر الحاجز الدموي الدماغي المتعدد الخلايا وصولًا إلى الدماغ. تشير النتائج التي توصل إليها نجوين وزملاؤه إلى أن *Mfsd2a* يغيّر موقع DHA – LPC من الطبقة الخارجية من الغشاء اللمعي للخلايا البطانية إلى الطبقة الداخلية له. يمكن للدهون في الطبقة الداخلية، وليس الخارجية[13،14] أن تتجاوز الروابط الضيقة بين الخلايا، مما قد يسمح بانتشار DHA - LPC من الغشاء اللمعي إلى الغشاء غير اللمعي الذي يواجه الدماغ، ولكن مدى عمق نقل حمض DHA في الدماغ غير واضح. إن مهام حمض DHA في الدماغ غير معروفة هي الأخرى، على الرغم من أن الاحتمالات تشمل أدوارًا بنيوية في الأغشية، أو أدوارًا تأشيرية لتنظيم سلوك الخلية. إنّ إجراء المزيد من الدراسات على الفئران التي تفتقر إلى *Mfsd2a* سيتيح البحث عن إجابات لهذه الأسئلة وغيرها. ■

كريستر بيتشولتز من قسم المناعة والوراثة وعلم الأمراض، مختبر رودبك، جامعة أوبسالا، أوبسالا 75185، السويد، وقسم الكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية الطبية، معهد كارولينسكا، ستوكهولم، السويد.
البريد الإلكتروني: christer.betsholtz@igp.uu.se

1. Nguyen, L. N. *et al. Nature* **509,** 503–506 (2014).
2. Ben-Zvi, A. *et al. Nature* **509,** 507–511 (2014).
3. Shi, Y. *Annu. Rev. Biophys.* **42,** 51–72 (2013).
4. Law, C. J., Maloney, P. C. & Wang, D.-N. *Annu. Rev. Microbiol.* **62,** 289–305 (2008).
5. Kadereit, B. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105,** 94–99 (2008).
6. Reiling, J. H. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108,** 11756–11765 (2011).
7. Esnault, C. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105,** 17532–17537 (2008).
8. Toufaily, C. *et al. Placenta* **34,** 85–88 (2013).
9. Berger, J. H., Charron, M. J. & Silver, D. L. *PLoS ONE* **7,** e50629 (2012).
10. Kidd, P. M. *Altern. Med. Rev.* **12,** 207–227 (2007).
11. Armulik, A. *et al. Nature* **468,** 557–561 (2010).
12. Daneman, R., Zhou, L., Kebede, A. A. & Barres, B. A. *Nature* **468,** 562–566 (2010).
13. Dragsten, P. R., Blumenthal, R. & Handler, J. S. *Nature* **294,** 718–722 (1981).
14. van Meer, G. & Simons, K. *EMBO J.* **5,** 1455–1464 (1986).

البيولوجيا التخليقية

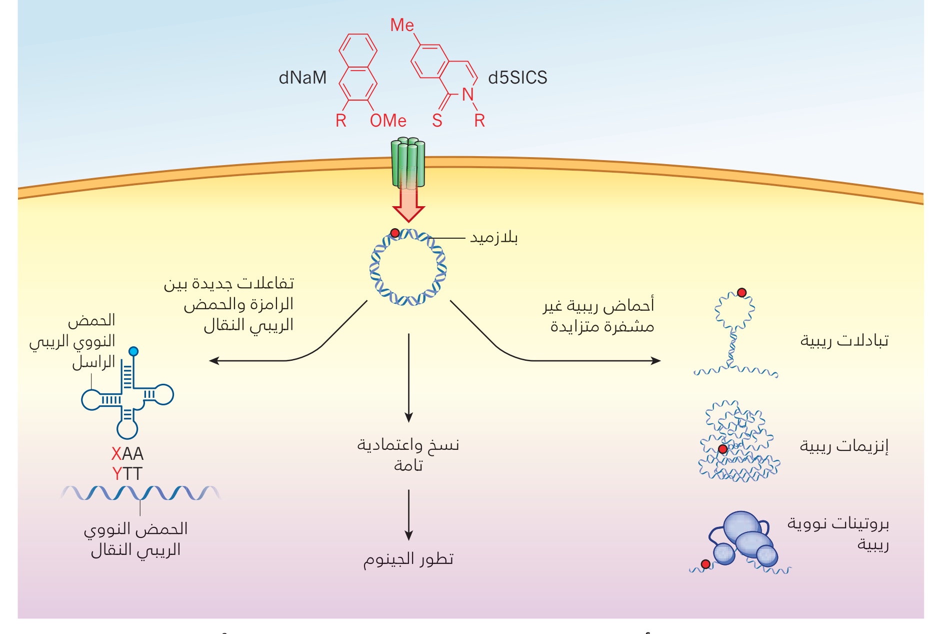
حروف جديدة لأبجدية الحياة

تحدّد القواعد الخمس الموجودة في الأحماض النووية "الأبجدية" المستخدَمة لترميز الحياة على كوكب الأرض. ويتيح بناء كائن يمرّر باستقرار زوج من قواعد حمض نووي غير طبيعية إعادة تعريف هذه السمة الأساسية للحياة.

روس ثاير، وجارد إلِفسون

تعمل كافة أشكال الحياة المعروفة على تخزين ونقل المعلومات من جيل إلى جيل، استنادًا إلى القواعد الموجودة في الأحماض النووية: الأدينين، والسيتوزين، والجوانين، والثايمين، واليوراسيل. في الحلزونات المزدوجة للحمض النووي، تشكّل هذه الأحماض أزواجًا قاعدية (الجوانين مع السيتوزين، والأدينين إما مع الثايمين في الحمض النووي DNA، أو مع اليوراسيل في الحمض النووي الريبي RNA)، وهي في معظمها متعامدة – أي أن عددًا قليلًا من الاقترانات قد يحدث بين مجموعات أخرى من القواعد. ومع ذلك.. يبدو أن هذه "الأبجدية" مجرد مصادفة تاريخية أكثر من كونها ضرورة وظيفية، نظرًا إلى أن الأزواج القاعدية المتعامدة الأخرى أمكن تركيبها، ويبدو أنه يجري تصنيعها في المختبر[1] بواسطة إنزيمات نسْخ الحمض النووي. ونظرًا إلى أن الحياة على الأرض تتسم بالتجانس البيوكيميائي، فإن الإمكانية النظامية لأبجديات بديلة تتطلب دليلًا تجريبيًّا دامغًا. في العدد الصادر في منتصف مايو الماضي من دورية *Nature* الدولية، قدّم ماليشيف وزملاؤه[2] إثباتًا حاسمًا بأن زوجًا قاعديًّا غير طبيعي يمكن استيلاده بشكل مستقر في بكتيريا الإيشريشية القولونية.

بعد فترة وجيزة من اكتشاف الحمض النووي، وُضِع اقتراحٌ[3] مفاده إمكانية تشكيل زوج وظيفي ثالث من القواعد الطبيعية، إلا أن 30 سنة تقريبًا مرت قبل أن يتيح التقدم في التركيب العضوي، وتطوير أساليب تكبير الحمض النووي، مجالًا مفتوحًا للعلماء للتحقق من هذه الفرضية. ففي عام 1989، تم تركيب زوج قاعدي من مُصاوِغات الجوانين والسيتوزين، وقد أمكن إظهار تكرُّر، ونسخ، وحتى ترجمة تسلسلات الحمض النووي المُتضمِّنة لهذا الزوج القاعدي في المختبر[1،4]. وفيما بعد، في عام 1995، ظهرت النتيجة المفاجِئة[5] بأن رابطة الهيدروجين بين القواعد لم تكن شرطًا مطلقًا للارتباط التكاملي، ويمكن استبدالها بالتوافق الفراغي (تركيب الأشكال المتطابقة جزيئيًّا مع بعضها) والتفاعلات الكارهة للماء. وقد تُوِّج هذالكشف بالتطوير المستقل لثلاثة أزواج قاعدية عالية التعامد[6-8]، كلٌّ منها قادر على التكرر مخبريًّا بدقّة تفوق 99%.



الشكل 1 | آفاق كائنات تتكاثر بواسطة أزواج الحمض النووي غير الطبيعية. قام ماليشيف وزملاؤه[2] باستيلاد سلالة من بكتيريا الإيشرشية القولونية تعبّر عن بروتين طحلبي ناقل (اللون الأخضر)، والذي يستجلب النيوكليوتيد ثلاثي الفوسفات غير الطبيعي من وسط الزرع. هذا الأمر يتيح للبكتيريا أن تنسخ البلازميد الذي يدمج زوج القواعد غير الطبيعي dNaM:d5SICS (النقاط الحمراء). وبدوره، قد يفسح هذا الأمر المجال أمام مزيد من التطورات تشمل: كائنات يمكنها إضافة رامزات جديدة إلى الرمز الجيني عن طريق التأثرات المعدّلة بين الرامزة والحمض النووي الريبي النقال (XAA وYTT هما مقابلة الرامزتَيْن الخاصّتين بالحمض النووي الريبي الناقل والحمض النووي الريبي المرسل، على التوالي؛ X وY قاعدتان غير طبيعيتين، A وT قاعدتان طبيعيتان)؛ وكائنات تنسخ بأمانة وتعتمد على الأزواج القاعدية غير الطبيعية، التي قد تتيح تطور الجينوم؛ وأحماض نووية ريبية غير مشفرة (كالتبادلات الريبية، الإنزيمات الريبية، وتلك الموجودة في البروتينات النووية الريبية) تتمتع بوظائف أكثر. Me مجموعة الميثيل؛ R تمثل مجموعات السكر والفوسفات في النيوكليوتيد ثلاثي الفوسفات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يعمل ماليشيف وزملاؤه الآن على وصف تطوير نوع من البكتيريا قادر على نسخ أمين لبلازميد – جزيء دائري صغير من الحمض النووي – يحتوي على الزوج القاعدي الكاره للماء d5SICS:dNaM (الشكل1)، وبالتالي تركيب أول كائن يحتضن أبجدية وراثية مهندسة وموسّعة. لم يكن هذا الإنجاز سهلًا، فقد كان على المؤلفين أن يجدوا أولًا طريقة لجعل البكتيريا تلتقط النيوكليوتيدات غير الطبيعية، والعمل فيما بعد ضمن القيود التي فرضتها عادات البوليمريز المستمرة منذ مليار سنة، وهي الإنزيمات التي تعمل على توليف الأحماض النووية البوليمريّة.

لحلّ المشكلة الأولى، عمد ماليشيف وزملاؤه إلى هندسة سلالة من الإيشرشية القولونية عبّرت عن بروتين طحلبي ناقل للنيوكليوتيد ثلاثي الفوسفات (NTT)، مما أتاح الاستجلاب المباشر لنيوكليوتيدات d5SICS وdNaM. ولضمان التكرُّر الفعّال، وضع المؤلفون الزوج القاعدي غير الطبيعي في منطقة البلازميد التي كان من المتوقع أن يتم تكرارها بواسطة بوليميريز 1 فقط. وبدلًا من كونه العمود الفقري لنسخ الحمض النووي، يعمل هذا الإنزيم على ملء الثغرات في جزيئات الحمض النووي أو ربط أجزاء "أوكازاكي" من الحمض النووي، وقد ثبت[9] أنه يتمكن من تكرُّر الزوج d5SICS:dNaM بكفاءة في المختبر.

بعد إدخال بلازميد يحتوي على زوج قاعدي واحد من d5SICS:dNaM إلى الإيشرشية القولونية وتزويد وسط الزرع باثنين من النيوكليوتيدات غير الطبيعية، أظهر الباحثون أن الزوج القاعدي غير الطبيعي قد اسْتُبقِي في البلازميد بعد مرور أيام على الزرع. وقد أثبتوا وجود الزوج القاعدي غير الطبيعي في البلازميدات المسترجعة باستخدام مجموعة من التقنيات. وقد قُدّر أن الاحتفاظ بالزوج القاعدي غير الطبيعي بعد مرور 15 ساعة على نمو الخلايا ونسخ البلازميد يعادل 99.4% على الأقل في كل تضاعف للبلازميد، ومعدّل الخطأ هنا ليس بأسوأ منه لدى بعض البوليميريزات الفيروسية.

الخطوة التالية ستكون ضمان استبقائه على المدى الطويل، وهو ما قد يتطلب هندسة بكتيريا تعتمد على الزوج القاعدي غير الطبيعي. وربما كانت الآلية الحيوية المستخدمة في الإيشرشية القولونية لماليشيف وزملائه ستسمح للكائن باعتماد القواعد غير الطبيعية بسهولة كجزء من أبجديتها الجينية الخاصة. إذا كان الأمر كذلك، فإنه سيفتح آفاقًا جديدة واسعة في الهندسة البشرية يمكنها أن تتخطى صعوبات لم يكن من السهل تجاوزها سابقًا في الطريق نحو التطور. قد يبدو هذا ضربًا من الخيال، ولكن إعادة التعريف الشاملة للشفرة الوراثية المتولدة على مدى عدة مليارات من السنين لم تكن متوقّعة أيضًا، ولكنها أُنجزت مؤخرًا رغم ذلك[10].

عندما يتجاوز زوج قاعدي غير طبيعي مجرّد كونه مُتَحمَّلًا فحسب من قبل كائن حي، بل يصبح مقبولًا ومستعملًا، فإن الخطوة الحاسمة المقبلة ستكون إثبات قابليته للنسخ في الحمض النووي الريبي للجسم الحي. من تلك النقطة، تتزايد الاحتمالات بسرعة (الشكل 1) – على سبيل المثال، قد تعمل أزواج النيوكليوتيدات غير الطبيعية على زيادة مكونات الحمض النووي الريبي الوظيفية، مثل التبادلات الريبية والإنزيمات الريبية. من الممكن أن يستخدم إدماج النيوكليوتيدات غير الطبيعية ضمن تسلسلات التعزيز في الحمض النووي أو ضمن المواقع الرابطة للمثبطات (التي تبدأ التعبير الجيني أو تثبطه، على التوالي، بالعمل كمواقع ربط للبروتينات)، بالاشتراك مع هندسة بروتيناتها المساهِمة، من أجل تشكيل بنى هندسية تنظيمية جديدة ومستقلة.

يمكن للإنجازات الهندسية المماثلة أيضًا أن توفّر وظائف فريدة من نوعها لمركّبات الحمض النووي الريبي البروتينية، مثلًا، عن طريق تحديد ارتباط الإنزيم Cas9 (أداة تستخدم على نطاق واسع لتوليد فواصل مزدوجة الحبل في الحمض النووي) بالمواقع التي تحتوي على زوج قاعدي غير طبيعي، إلا أن التطبيق المثالي النهائي لمثل هذه الأزواج القاعدية ربما يكون إضافة الرامزات الحديثة – وهي ثلاثيات نيوكليوتيدية ترمّز الأحماض الأمينية التي ستُدمج في البروتينات – إلى الشفرة الوراثية عن طريق التفاعلات بين الرامزة والحمض النووي الريبي النقّال. سيؤدي هذا إلى زيادة كبيرة في عدد الرامزات المتاحة التي يمكن إسناد مهام متعدية جديدة إليها، مثل ترميز الأحماض الأمينية غير القياسية، وستحمي علماء البيولوجيا التخليقية من الاضطرار إلى إعادة ترميز الوظائف المتعدية للرامزات الموجودة[10] عن طريق الهندسة الجينومية الدقيقة. في قول آخر، إن الأبجدية الوراثية الموسّعة ستساعد في بناء أبجدية متعدية موسّعة.

لكن لماذا التوقّف عند ستة أحرف في الحمض النووي؟ إن ناقل النيوكليوتيد ثلاثي الفوسفات (NTT) الذي استخدمه ماليشيف وزملاؤه قد يكون مُشوّشًا إلى حد ما، إذ يستجلب نيوكليوتيدات طبيعية وغير طبيعية دون تمييز. وقد قامت مجموعات أخرى بتطوير أزواج قاعدية غير طبيعية[7،8] يمكن اعتبارها ركائز مقبولة أيضًا بالنسبة للناقل وبالنسبة لآلية التكرُّر الخلوي. إذا كان الأسلوب المتبّع لإدخال d5SICS:dNaM في الإيشرشية القولونية ناجحًا بالنسبة لأزواج أخرى، عندئذ سيكون من الممكن توسيع شفرة الحمض النووي لتتجاوز الأزواج القاعدية الثلاثة. يطرح هذا أسئلة جوهرية عن سبب اعتماد الحياة على زوجين فقط في المقام الأول، وما إذا كانت الكائنات الحية شبه المركّبة، التي تتمتع بالقدرة على تخزين المزيد من المعلومات، ستتمتع بقدرات متزايدة (كما نتصور أعلاه) أم أنها ستتحمل التكاليف الباهظة للمواءمة (بسبب النقص الموروث في أمانة نسخ الحمض النووي، أو الخطأ في فك الحمض النووي الريبي، أو كوارث الترجمة الخاطئة).

إن محاولات توسيع الأبجدية الجينية تشكك بشجاعة في فكرة الطبيعة العالمية للحمض النووي، وقد تجلب انتقادات حول الحكمة من العبث بها. انتقادات كهذه ينبغي التصدي لها بحزم من قبل علماء البيولوجيا التخليقية في بادئ الأمر. لقد أسفر اكتشاف جيمس واطسون وفرانسيس كريك للاقتران القاعدي في الحمض النووي عن آلية علم الوراثة، ولكن علم الوراثة تمكّن الآن حتمًا من التوصّل إلى آلية لتنوع حيوي أكبر، وربما إمكانية بناء مستقبل حيوي أفضل. ■

روس ثاير، وجارد إلِّفسون من مركز الأجهزة والبيولوجيا التخليقية ، جامعة تكساس في أوستن، أوستن، تكساس 1095-78712، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: ross.thyer@utexas.edu

1. Switzer, C., Moroney, S. E. & Benner, S. A. *J. Am. Chem. Soc.* **111,** 8322–8323 (1989).
2. Malyshev, D. A. *et al. Nature* **509,** 385–388 (2014).
3. Rich, A. in *Horizons in Biochemistry* (eds Kasha, M. & Pullman, B.) 103–126 (Academic, 1962).
4. Bain, J. D., Switzer, C., Chamberlin, A. R. & Benner, S. A. *Nature* **356,** 537–539 (1992).
5. Schweitzer, B. A. & Kool, E. T. *J. Am. Chem. Soc.* **117,** 1863–1872 (1995).
6. Malyshev, D. A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 12005–12010 (2012).
7. Yamashige, R. *et al. Nucleic Acids Res.* **40,** 2793–2806 (2012).
8. Yang, Z., Chen, F., Alvarado, J. B. & Benner, S. A. *J. Am. Chem. Soc.* **133,** 15105–15112 (2011).
9. Seo, Y. J., Hwang, G. T., Ordoukhanian, P. & Romesberg, F. E. *J. Am. Chem. Soc.* **131,** 3246–3252 (2009).
10. Lajoie, M. J. *et al. Science* **342,** 357–360 (2013).

البيولوجيا الحِسِّيّة

الموجات الراديوية تُعَطِّل البوصلة البيومغناطيسية

إن الموجات الراديوية الضعيفة في نطاق الموجة المتوسطة كافية لتعطيل التوجُّه الجيومغناطيسي لدى الطيور المُهاجرة، وفقًا لدراسة دقيقة.. إلا أن الفيزياء الحيوية الكامنة وراء ذلك لا تزال لغزًا.

جوزيف كيرشفينك

لطالما نُظر إلى علم المغناطيسية الحيوية بصورة عامة باعتباره المكان المُفضّل للمُشعوذين، وذلك منذ أن فشل تابعو الفيزيائي فرانز أنتون ميزمر في علاج المرضى باستخدام شجرة "ممغنطة" في القرن الثامن عشر. بدأت اكتشافات عديدة في تغيير هذا المنظور، رغم أن الطريق إلى ذلك كان وعرًا. فعلى سبيل المثال.. نجد أن الدراسات المبكرة التي أشارت إلى أن الحيوانات المهاجرة تستخدم الإشارات الجيومغناطيسية من أجل الملاحة كانت تُعاني من التباين، غير أنه أصبح جليًا الآن أن كائنات دقيقة وحيوانات كثيرة تستخدم بوصلة مغناطيسية كجزء من عملية توجُّهها[1].

على هامش ذلك المجال الهامشي، كانت ثمة مزاعم أن الإشعاعات الصادرة عند الترددات الراديوية يمكن أن يكون لها تأثيرات حيوية وإن كانت بمستويات أضعف من أن تُحدث تأثيرًا عبر الآليات المعروفة لتسخين أو إحداث صدمة كهربية بالأنسجة، إلا أن تلك التجارب دومًا كانت تفتقر إلى الضوابط المناسبة وآليات التعمية[4-2]. أما الآن، وفي العدد الصادر في منتصف شهر مايو الماضي من دورية *Nature* الدولية، أثبت إنجلز وزملاؤه[5] بشكل مُقنع أن طيور أبي الحناء الأوروبية المهاجرة تتوقف عن استخدام بوصلاتها المغناطيسية في وجود "تشويش" كهرومغناطيسي ضعيف للغاية عند الترددات الراديوية.

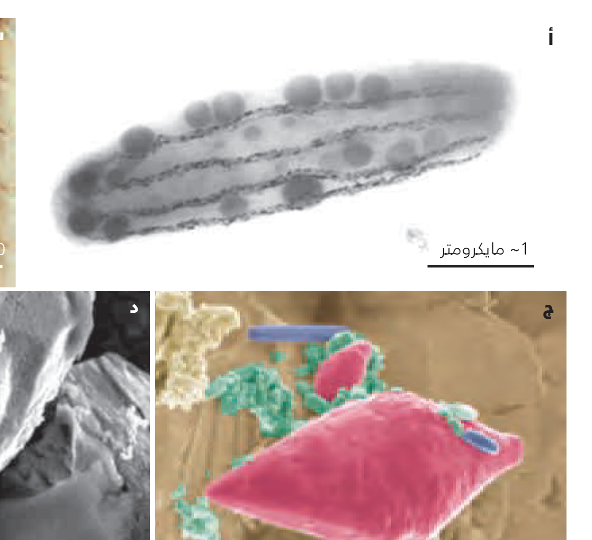
باستخدام تجارب صارمة وثُنائية التعمية، وجد

المؤلفون أن الطيور التي تسكن أكواخ محمية من التشويش الكهرومغناطيسي الخلفي، كانت لديها المقدرة على استخدام بوصلاتها المغناطيسية لتوجّه أنفسها بشكل ملائم، غير أن توجّهها قد تعطل بعد إدخال تشويش كهرومغناطيسي يتراوح ما بين 20 كيلوهيرتز و5 ميجاهيرتز، بشدة مماثلة لتلك التي تم قياسها لتشويش خلفي ناشيء عن مصادر بشرية في البيئة. لوضع الأمر في سياقه، تجدر الإشارة إلى أن ذلك التشويش ينبع في نطاق الموجة المتوسطة المستخدمة للبث الإذاعي المسماه AM (وليست المستخدمة للهواتف المحمولة مثلًا)، كما أن شدته تكون مساوية تقريبًا لتلك التي تواجهها الطيور أثناء طيرانها على بعد 5 كيلومترات من محطة بث إذاعي تبث بقوة 50 كيلووات على نطاق AM.

تشير اثنتان من نتائج تلك الدراسة إلى أنها جديرة بالاهتمام ومُحيّرة. أولًا، مستويات الإشعاع الصادرة عند الترددات الراديوية التي أثّرت على توجّه الطيور أقل بكثير من أي شيء كان يُعتقد أنه مقبول من الناحية الفيزيائية الحيوية، كما أنها تعتبر دون المستويات المُعترف بتأثيرها على صحة الإنسان. ثانيًا، لم يكتشف المؤلفون أثر يُذكر لتأثير معزز بشكل حاد عند تردد لارمور (وهو التردد الطبيعي الذي يتأرجح عنده إلكترون واحد حول اتجاه المجال الجيومغناطيسي)، وهو ما يتعارض بشكل قاطع مع التجارب التي أجريت على الفصيلة ذاتها باستخدام نهج مماثل[6]. فشل تلك الدراسة في إعادة تكرار هذا التأثير ربما يؤكد على الأخطاء التي أُلْمِحُ إليها[2،3] سابقًا بشأن تعمية الدراسات السابقة.

إذن ما الذي يجري مع تلك الطيور؟ لقد تم التعرف على عديد من المُحفزات الخارجية الأخرى التي تُعرقل الحيوانات عن الاستجابة إلى الإشارات الجيومغناطيسية. فقد أشارت الدراسات المبكرة والمتعلقة بملاحة الحيوانات إلى أن الاستدلال بالشمس أو النجوم له أولوية على الإشارات المغناطيسية، مما أدى إلى الفكرة القائلة إن المغناطيسية هي البوصلة التي تُستخدم كملاذ أخير. وكان قد لوحظ فيما بعد قيام طيور أبي الحناء بتجاهل المجال المغناطيسي عندما تغيرت شدة إشعاعات الخلفية بنسبة 20 - 30% خارج نطاق القيمة المألوفة[1]، كما لوحظ أيضًا أن طيور الحمام كانت تُسرع على نحو سيئ أثناء العواصف الجيومغناطيسية. أما من المنظور التطوري، فإن تجاهل الإشارات الجيومغناطيسية كان منطقيًّا في ذلك الوقت، وهذا لأن الشذوذ في مجال الإشعاعات الخلفية كان غالبًا ما يرتبط برواسب الحديد أو ضربات البرق. كذلك تتوقف بعض الحيوانات عن استخدام بوصلتها المغناطيسية في وجود ضوء باللون الأحمر فقط، بيد أن مثل هذا الضوء يوجد فقط عند شروق الشمس ومغيبها، عندما تكون بوصلة الشمس هي الأكثر موثوقية[3].

ومن ثم، فإن التشويش الصادر عند الترددات الراديوية قد يكون إشارة أخرى تُخبر الحيوانات المهاجرة بأن تتجاهل إحساسها المغناطيسي، إلا أن المحير في هذا الأمر هو سبب تطوُّر هذه السمة لديها. من المفاجئ، أن ثمة مصدر تشويش كهرومغناطيسي طبيعي تصدر عند الترددات الراديوية، وقد حددها إنجلز وزملاؤه باعتبارها سببًا في الاضطراب – وهي تلك التي تتولد بفعل العواصف الشمسية. إن أحداث الانبعاث الكتلي الإكليلي (CME) المنبعثة من الشمس تضرب البلازما في طبقة الماجنيتوسفير الأرضية بين حين وآخر، جاعلة إياها "تئز" عند ترددات تتراوح بين قيم منخفضة تبدأ من 20 كيلوهيرتز، حتى نطاق ترددات الميجاهيرتز[7]، حتى إن بعضًا منها يتسرب عبر طبقة الأيونوسفير غير المنفذة بطبيعتها



A, MARIANNE HANZLIK; B, HEINZ A. LOWENSTAM/JOSEPH L. KIRSCHVINK; C,D, DIRK SCHUMANN

الشكل 1 | "الوحوش المغناطيسية" الحيوية. العديد من الحفريات والكائنات الباقية على قيد الحياة تحوي بِنًى عالية المغناطيسية. الأمثلة على ذلك تتضمن: **أ،** ماجنيتوبكتير بافاريكم، وهي بكتيريا من نوع الماجنيتوتاكتيك تمتلك في خلاياها نحو مائة ضعف الماجنيتيت في الأنواع العادية؛ **ب،** كريبتوكيتون ستيلّري، وهي من الرخويات التي تكون أسنانها الراديوية مُغطاة بالماجنيتيت، بحيث تلتصق بقوة بمغناطيس يدوي؛ **ج.** جسيم من الماجنيتيت على شكل رأس الحربة (مبين بلون أحمر زائف)، قضبان الماجنيتيت منشورية الشكل (البنفسجية) وعُصَيّات بكتيرية عادية محتوية على الماجنيتيت (ماجنيتوسومات؛ خضراء)؛ **د.** حزمة من قضبان الماجنيتيت تشكّل "أسلاك". البِنى المُبينة في (**ج**)، و (**د**) تم استخراجها من رواسب طينية مُتحفّرة في نيوجيرسي يرجع تاريخها إلى ما يقرب من 56 مليون سنة مضت[11]. أصول الأجسام التي تتخذ شكل رأس الحربة والقضبان غير معروفة، إلا أن أحجامها وشكلها تشير إلى أنها ربما تعود إلى كائنات أكثر تعقيدًا. والبِنَى الخلوية المُحتوية على كميات كافية من الماجنيتيت المُوصل كهربيًّا يمكن أن تكون حساسة للإشعاع الصادر عند الترددات الراديوية على المستويات المُبينة من قِبَل إنجلز وزملائه[5]، بحيث تكون قادرة على تعطيل التوجّه الجيومغناطيسي لدى الطيور.

للموجات الراديوية، الطرف الأدنى من هذا النطاق الترددي قريب جدًا من ذلك الذي حدده المؤلفون. إن وقوع أحداث الانبعاث الكتلي الإكليلي تلك هي التي تولد ظاهرة الشفق القطبي الجميل، كما أنها تُحدث اضطرابًا في استخدامنا لنطاق الموجة المتوسطة الراديوية، وفي بعض الأحيان تُحدث تشوشًا على مجال الخلفية الجيومغناطيسي عند سطح الأرض بالشكل الكافي لإحداث اضطرابات ملاحية لدى الحيوانات.

تقوم جميع الأنظمة الحسية لدي الحيونات على خلايا مُتخصصة لتحويل المحفز ذي الصِّلة إلى تيار مُشفر من جهود الفعل التي تُرسَل إلى المخ[8]. فإذا كانت تأثيرات الإشعاعات الصادرة عند الترددات الراديوية أمرًا حقيقيًّا، فلا بد أن تكون تلك الخلايا موجودة بالفعل، إلا أن الغموض يكتنف الفيزياء الحيوية الكامنة وراءها. الافتقار إلى تأثير معزز عند تردد لارمور فضلًا عن انخفاض مستويات الإشعاعات المعنية، يجعل من غير المرجح أن تكون الآلية المُقترحة[6] مسبقًا بشأن الإحساس الراديوي، المُعتمدة على التنشيط الضوئي لبروتين خلوي يُدعى الكريبتوكروم، معنية بهذا الأمر، بيد أن بعض التأثيرات المغناطيسية على الحيوانات (مثل تلك الناتجة عن النبضات المغناطيسية القصيرة والحادة[1]) تعمل من خلال مادة الماجنيتيت الحيوي (Fe_3O_4) الموجود بالأنسجة – هل تكون تلك هي مستشعرات الموجات الراديوية أيضًا؟

إذا كان الأمر كذلك، فكيف نشأت آلية الاستشعار تلك؟ إن أوائل الحيوانات التي كان لديها بوصلة بسيطة مُشكَّلة على غرار خطوط بكتيريا الماجنيتوتاكتيك magnetotactic bacteria، لابد أنها ستحتاج إلى البقاء على قيد الحياة في أثناء الرحلات أو التقلبات الجيومغناطيسية – وهي الفترات التي ضَعُف فيها المجال المغناطيسي للأرض – كما أن الانتخاب الطبيعي كان قد فضّل الأفراد الذين يمتلكون كمية أكبر من الماجنيتيت الخلوي[9،3]. حينما تمت استعادة المجال، كان هذا الأمر ليخلّف وراءه الحيوانات بخلايا تحتوي على عزوم مغناطيسية كبيرة إلى حد مدهش[9] (صورة 1). قد تكون مثل تلك الخلايا قد تطورت لخدمة وظائف أخرى، مثل أنظمة الملاحة المغناطيسية المعتمدة على شدة المجال في الأساس، مما أدى إلى زيادة كمية الماجنيتيت أكثر. وبوجود كميات كبيرة كافية من الماجنيتيت المعدني الموصل في هذه الخلايا، ربما يكون الاستشعار المباشر للمتجهات الكهربية والمغناطيسية الصغيرة الخاصة بالإشعاع الراديوي قد نشأ، وفقًا لما أشار إليه إنجلز وزملاؤه.

وهنا نتساءل.. هل لنتائج المؤلفين انعكاسات بالنسبة للبشر؟ يبدو أن الحساسية الجيومغناطيسية تعود إلى سلف مبكر من الحيوانات، كما أنها موجودة بكل وضوح في العديد من الثدييات الباقية على قيد الحياة. الأنسجة البشرية تحتوي أيضًا على الماجنيتيت الحيوي[10]. ويَزعم بعض الناس أنه ينزعج من البث الراديوي، حتى إن بعضهم قد انتقل للعيش في مناطق هادئة خالية من التردد الراديوي المتواجد حول التلسكوبات الراديوية. إن مشعوذي العصر الحديث بلا شك سيغتنمون تلك الدراسة كحجة لمنع استخدام الهواتف المحمولة رغم اختلاف النطاقات الترددية المعنية، بيد أنه إذا صمد ذلك التأثير المذكور من قبل المؤلفين أمام الاختبار الصعب المتعلق بقابليته للتكرار، فإننا قد نعيد التفكير في التخلي التدريجي عن جزء من الطيف الكهرومغناطيسي وتطبيق أساليب هندسية من

أجل تقليل التشويش الحادث عند الترددات المنخفضة، من أجل مساعدة الطيور المهاجرة على إيجاد طريقها. ■

جوزيف إل. كريشفينك من قسم العلوم الجيولوجية والكوكبية، معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، باسادينا، كاليفورنيا 91125، الولايات المتحدة الأمريكية، ومعهد علوم الحياة الأرضية، معهد طوكيو للتكنولوجيا، اليابان.
البريد الإلكتروني: kirschvink@gmail.com

1. Wiltschko, W. & Wiltschko, R. *J. Comp. Physiol. A* **191,** 675–693 (2005).
2. Kirschvink, J. L. *Bioelectromagnetics* **13,** 401–411 (1992).
3. Kirschvink, J. L., Winklhofer, M. & Walker, M. M. *J. R. Soc. Interface* **7,** S179–S191 (2010).
4. Kobayashi, A. K., Kirschvink, J. L. & Nesson, M. H. *Nature* **374,** 123 (1995).
5. Engels, S. *et al. Nature* **509,** 353–356 (2014).
6. Ritz, T. *et al. Biophys. J.* **96,** 3451–3457 (2009).
7. LaBelle, J. & Treumann, R. A. *Space Sci. Rev.* **101,** 295–440 (2002).
8. Block, S. M. in *Sensory Transduction* (eds Corey, D. P. & Roper, S. D.) Ch. 1, 1–17 (Rockefeller Univ. Press, 1992).
9. Eder, S. H. K. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 12022–12027 (2012).
10. Kirschvink, J. L., Kobayashi-Kirschvink, A. & Woodford, B. J. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **89,** 7683–7687 (1992).
11. Schumann, D. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105,** 17648–17653 (2008).

علم المواد

تخزيـن الطـاقة في صـورة مغلّفـة

عادةً ما تُستخدَم الكابلات والأسلاك في توصيل الكهرباء، لكن هل يمكن استخدامها أيضًا في تخزين الطاقة؟ الإجابة هي "نعم"، وبقوة، وذلك إذا تم تغليفها بجهاز مكثِّف فائق، هو بمثابة اكتشافٍ.. مِن شأنه أن يفتح المجال للعديد من التطبيقات.

يوري جوجوتسي

تتشابك الكابلات الكهربية حول العالم؛ لتمدّ المباني والماكينات والأجهزة الإلكترونية بالكهرباء. الأنظمة المُستخدمة حاليًا في تخزين الطاقة الكهربية منفصلة عن الكابلات، بالإضافة إلى كونها آلات ضخمة غريبة الشكل، وهي غالبًا ما تتألف من تركيبات من أجهزة "المُكثفات الفائقة". يصف يو وتوماس[1]؛ حسبما أوردا بدورية أدفانسد ماتيريالز *Advanced Materials*،كابلات متحدة المحور تتكون من قلب نحاسي محاط بغلاف مكثِف فائق لديه القدرة على توصيل وتخزين الكهرباء في آن.

يشتمل تخزين الطاقة في المكثفات الفائقة على آليتين[2]: في الأولى يتم تكوين طبقة ثنائية من الأيونات الممتزّة على أسطح أقطاب كهربية مشحونة بشحنتين متضادتين، أما الثانية فتتضمن سعة كهربية زائفة، وتحدث فيها تفاعلات كهروكيميائية سريعةعلى سطح مادة نشطة كهروكيميائيًّا،مثل ثنائي أكسيد المنجنيز. ولأن السعة الكهربية الزائفة تحدث على مساحة سطحية كبيرة من القطب، فإنها دائمًا ما تتم جنبًا إلى جنب مع سعة كهربية ثنائية الطبقات.

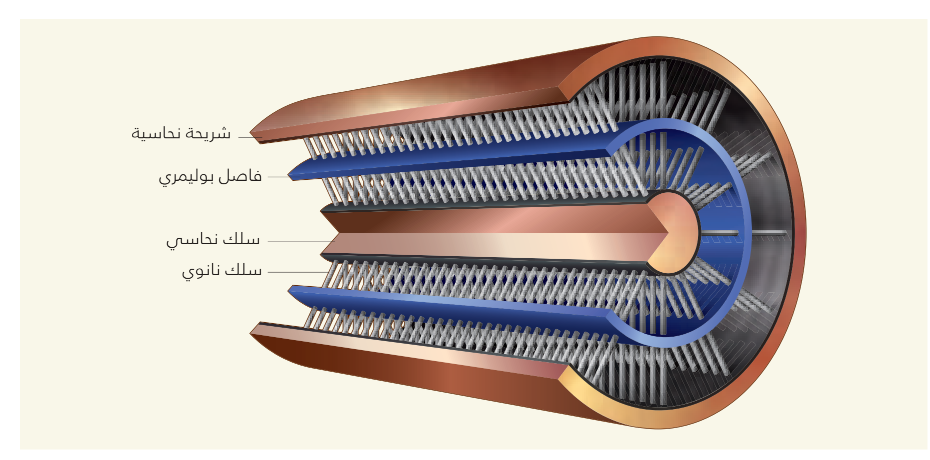
يتم تخزين الشحنة في المكثفات الفائقة فقط عند الأسطح، ومن ثم- فإن وفرتها لا تكون محدودة بعمليات الانتشار– على عكس البطاريات– مما يسمح ببلوغ مقدار مرتفع من الطاقة[3]. وبالمثل، ولأن الشحن والتفريغ لا يتطلبان تحويلًا ضخمًا للطور كما في البطاريات، فإن المكثفات الفائقة لديها قابلية أكبر لأن تُعكس (في تلك الحالة يُفقد مقدار أقل من الطاقة أثناء دورة الشحن والتفريغ)، كما أن دورتها تدوم أطول[2](تصل إلى مليون دورة شحن وتفريغ). وهذه الخصائص مطلوبة في كابلات تخزين الطاقة.

من أجل إضافة خاصية التخزين السعوي إلى الأسلاك التقليدية، قام يو وتوماس بلف المكثفات الفائقة بفاعلية حول سلك موصّل في قلب الكابل (صورة 1). وبدءًا بإنماء أسلاك نانوية من أكسيد النحاس العازل بشكل عمودي على سطح سلك النحاس، ثم قاما بطلاء تلك الأسلاك النانوية بسبيكة الذهب والبلاديوم، التي تعمل كجامع للتيار من أجل المكثف الفائق. وبعد ذلك تم ترسيب طبقة نشطة كهروكيميائيًّا من أكسيد المنجنيز على سطح تلك السبيكة. البنية الناتجة التي تشبه الفرشاة تؤدي إلى زيادة في المساحة السطحية بمقدار 100 مرة بالمقارنة بسلك النحاس مجردًا، حيث إن المساحة السطحية الكبيرة تُعد عاملًا أساسيًّا من أجل التخزين السعوي للطاقة. تعمل الأسلاك النانوية كغلاف يغطي أسلاك النحاس، وتُمثل القطب الكهربي الأول للمكثف الفائق.

ولبناء بقية الجهاز، قام المؤلفان بطلاء القطب الكهربي بكهرل صلب (وهي مادة موصلة للأيونات، لكن ليس للإلكترونات، وتعمل على التوصيل الكهربي بين أقطاب المكثف الفائق) وأضافا فاصل مسامي من البوليمر، ثم قاما بتركيب قطب كهربي أسطواني آخر حول ذلك كله. تمت صناعة القطب الكهربي الآخر بالطريقة نفسها لصُنع الأول، فيما عدا الأسلاك النانوية التي تشكلت على رقاقة نحاسية بدلًا من سلك نحاسي. المادة الناتجة أيضًا تم طلاؤها سلفًا بكهرل صلب قبل تركيبها حول القطب الكهربي الأول. يجمع الشكل الهندسي متحد المحور للجهاز الناتج كل مكونات المكثف الفائق في كابل أحادي، كما يضمن توصيلًا كهربيًّا جيدًا بين الأقطاب وجوامع التيار. لاحظ الباحثون أن السلك الموجود بالقلب يمكنه أن يحمل التيار بشكل مستقل عن عملية تخزين الطاقة، على الأقل في حالة انتقال تيار مستمر منخفض الفولت عبره.

أعلن يو وتوماس عن ارتفاع قيمة السعة الكهربية لكل وحدة كتلة من المادة النشطة بالجهاز خاصتهم- وهي أعلى بكثير من المكثفات الزائفة المُعتمدة على أكسيد المنجنيز، بيد أن الأمر كان بهذا الشكل فقط في حالة استخدام حمولة صغيرة بمقدار 0.5 مليجرام من الأكسيد لكل سنتيمتر مربع. فالنتائج المُعلنة لأجهزة ذات حمولات أكبر كانت أقل بكثير، مما يحدّ من كمية الطاقة التي يمكن تخزينها في المكثفات الفائقة متحدة المحور تلك. سيكون من الضروري زيادة كمية الطاقة المختزنة للتطبيقات العملية.

ولا بد أن تكون الكابلات التي تختزن الطاقة مرنة وقوية ومقاومة للتلف ومعزولة جيدًا، كما ينبغي ألا يحدث كسر بالقطب أو دائرة قصيرة عند انثناء الكابل. قام الباحثان بِثَنْي الجهاز الخاص بهما بزوايا مختلفة لمئات المرات، ووجدا أن السعة الكهربية كانت مُستقرة بشكل عام، رغم أن طيّه 100 مرة بزاوية 180° أدّى إلى خسارة بمقدار 7% من السعة الابتدائية. وعلاوة على ذلك،كانت هناك خسارة بنسبة 1%



الشكل 1 | كابلات لتخزين الطاقة. أعلن يو وتوماس[1] عن كابلات يمكنها أن توصل الكهرباء عبر سلك مركزي، ولكنها أيضًا تخزن الطاقة الكهربية في مكثف فائق متحد المحور. في التصميم الخاص بالمؤلفين، هناك أسلاك نانوية نشطة كهروكيميائيًّا تبرز من سلك نحاسي طُلِيَ بطبقة من أكسيد النحاس (باللون الأسود). طبقة الأسلاك النانوية تُمثل القطب الكهربي الأول لجهاز المُكثف الفائق، وهي ملفوفة في فاصل من البوليمر المسامي. هناك قطب كهربي آخر – يتكون من أسلاك نانوية كما هو موضح بالأعلى، بحيث يكون موصولًا برقاقة من النحاس المطلية من الداخل بأكسيد النحاس – يُحيط بالفاصل البوليمري. كلا القطبين مطليّان بكهرل في صورة جِل (غير موضح) قبل التركيب، للتأكد من أنهما متصلان كهربيًّا ببعضهما البعض. (الصورة مأخوذة من المصدر 1).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فقط من السعة بعد 5000 دورة شحن وتفريغ بدون طيّ.

عادة ما تنتج الخلايا أحادية المكثف الفائق من 1 - 3 فولتات، وتولد تيارًا مستمرًّا. أما الأجهزة التي تتألف من خلايا متعددة متصلة على التوالي، فيمكنها أن تبلغ قيمة 12-24 فولتًا، وهي مطلوبة لتطبيقات كالأجهزة الإلكترونية الصغيرة، والروبوتات الشبيهة بالبشر، وإلكترونيات السيارات، التي تستخدم كلها التيار المستمر، بيد أن التطبيقات المنزلية تستخدم جهدًا أعلى (110فولتات في الولايات المتحدة الأمريكية و220 فولتًا في أوروبا) كما أنها تعمل على التيار المتغير. لذا فإن المُكثفات الفائقة ليست عملية بالنسبة لتلك التطبيقات، نظرًا للحاجة إلى التحويل من تيار مستمر إلى تيار متغير، كما أن نحو 100 خلية ستحتاج إلى التوصيل على التوالي، وهو ما من شأنه أن يؤدي إلى خسائر في الطاقة الكهربية ناجمة عن المقاومة الكهربية.أيضًا، ستحدث خسائر في الطاقة بسبب المجال الكهربي العالي الذي سيتولد حين يتم نقل تيار متغير عبر السلك.

التطبيقات الأكثر واقعية لأجهزة يو وتوماس تتمثل في الكابلات التي تربط بين مولدات الطاقة المُتجددة، وذلك لرفع مستوى الطاقة حين لا تنتج المولدات فُرادى كمية الطاقة نفسها التي تنتجها المولدات المجاورة لها –مثلًا، عندما تمر سحابة على مزرعة خلايا شمسية. تلك الأجهزة يمكن أن تكون مفيدة أيضًا في تخزين الطاقة الكهربية التي تُنتجها الألواح الشمسية أو مولدات الطاقة من الرياح[4]. بالإضافة إلى ذلك، فإن الكابلات متحدة المحور التي تُخزن الطاقة (سواء باستخدام المكثفات الفائقة أو البطاريات متحدة المحور[5،6]) من شأنها أن تساعد على تصغير الأجهزة الإلكترونية عن طريق خفض حجم البطاريات الضخمة المُستخدمة حاليًا. وعوضًا عن ذلك،يمكن استخدام التخزين السعوي لزيادة عمر البطاريات في المعدات الإلكترونية وإطالة المدة الفاصلة بين عمليات الشحن. إلا أن الاعتماد على استخدام الكابلات المُخزنة للطاقة كبديل للمكثفات الفائقة القائمة بذاتها أو البطاريات، سيعتمد على إمكانية استخدام مواد رخيصة التكلفة مثل الكربون، وعلى إمكانية تطوير عمليات تصنيع بسيطة.

أخيرًا،نجد اهتمامًا هائلًا وسريع النمو بأجهزة وأنظمة تخزين الطاقة المرنة والتي يمكن ارتداؤها ودمجها في المنسوجات[7،8].فالكابلات متحدة المحور خفيفة الوزن يمكن استخدامها في المنسوجات المُحاكة. أما إذا كانت الكابلات غليظة وغير مرنة للحياكة، فما زال من الممكن دمجها بالمنسوجات؛ كي تعمل على إمداد الطاقة وإرسال الإشارات من مصفوفات المجسات المزروعة بداخل الملابس، وإليها[7،8]. وبالفعل،فقد أُعلن عن استخدام ألياف المكثفات الفائقة متحدة المحور في الإلكترونيات النسيجية[9]، وفيها يكون القطب المركزي ـ الذي يبلغ قطره 230 ميكرومترًا ـ مصنوعًا من حزم من ألياف الكربون الميكروية المطلية بأنابيب الكربون النانوية متعددة الجدران، مع رقاقة من ألياف الكربون النانوية تمثل القطب الكهربي الخارجي. كل الأقطاب الكربونية خفيفة ومستقرة، ويمكن أن تُلف حول أسلاك النحاس (بما فيها أسلاك أكسيد النحاس النانوية الحاملة) لبناء أجهزة متحدة المحور، بحيث تكون مماثلة لتلك الخاصة بيو وتوماس. ■

يوري جوجوتسي من معهد ايه. جيه. دريكسل للمواد النانوية، قسم علوم وهندسة المواد بجامعة دريكسل، فيلاديلفيا، بينسلفنيا 19104، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: gogotsi@drexel.edu

1. Yu, Z. & Thomas, J. *Adv. Mater.* http://dx.doi.org/10.1002/adma.201400440 (2014).
2. Conway, B. E. *Electrochemical Supercapacitors: Scientific Fundamentals and Technological Applications* (Kluwer, 1999).
3. Simon, P., Gogotsi, Y. & Dunn, B. *Science* **343,** 1210–1211 (2014).
4. Lindley, D. *Nature* **463,** 18–20 (2010).
5. Christodoulou, L. & Venables, J. D. *JOM* **55** (12), 39–45 (2003).
6. Kwon, Y. H. *et al. Adv. Mater.* **24,** 5192–5197 (2012).
7. Jost, K., Anasori, B., Beidaghi, M., Dion, G. & Gogotsi, Y. in '2013 visualization challenge' *Science* **343,** 600–610 (2014).
8. Jost, K., Dion, G. & Gogotsi, Y. *J. Mater. Chem. A* http://dx.doi.org/10.1039/c4ta00203b (2014).
9. Le, V. T. *et al. ACS Nano* **7,** 5940–5947 (2013).

التهاب الكبد الفيروسي (ج)

انتصــارات العــلاج

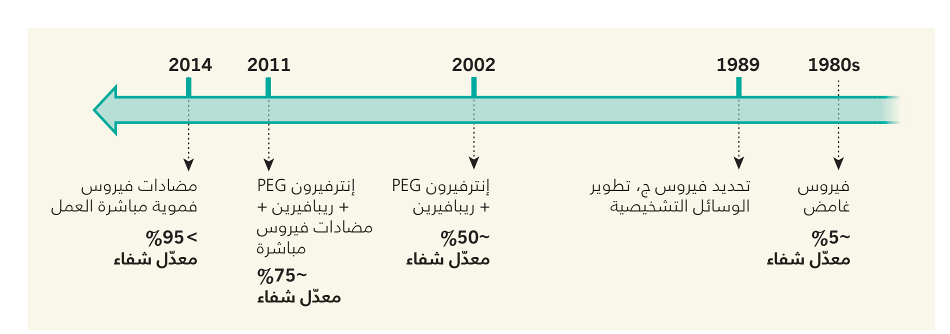
يشير تلاحق الدراسات الإكلينيكية الأخيرة إلى أننا على أعتاب تطوير أدوية جيّدة التحمّل، ويمكن تناولها عن طريق الفم، حيث تقضي بكفاءة على فيروس التهاب الكبد الفيروسي (ج) لدى معظم الأفراد المصابين به، إنْ لم يكونوا جميعهم.

تشارلز رايس، ومحسّن سعيد

بدأت قصة التهاب الكبد الفيروسي (ج) في سبعينات القرن الماضي، عندما تم تحديد حالة مختلفة عن التهاب الكبد أ أو ب، تسبّب التهاب الكبد التالي لنقل الدم[1،2]. في عام 1989، تمّ تحديد سبب المشكلة باعتباره فيروسًا ذا حمض نووي ريبي صغير، وأطلق عليه اسم فيروس التهاب الكبد الفيروسي (ج)[3]. ورغم توفّر إجراءات التشخيص الفعّالة في الوقت الحالي بما يتيح تأمين إمدادات الدم المؤمَّنة في معظم الدول المتقدمة، إلا أن تعاطي المخدرات عن طريق الحقن يستمر في إحداث حالات عدوى جديدة. ويُقدّر وجود نحو 185 مليون شخص من المصابين بعدوى مزمنة بالفيروس (ج) والمعرضين لخطر الإصابة بأمراض الكبد المهدّدة للحياة، التي تشمل تشمُّع وسرطان الكبد[4]، لكن سلسلة حديثة من التجارب الإكلينيكية، أشير إليها في دورية نيو إنجلاند جورنال أوف مِديسين *New England Journal of Medicine*[5-11]، أظهرت زيادة بالغة في فعالية الأدوية المضادة لفيروس التهاب الكبد الفيروسي (ج).

تاريخيًّا، تم علاج المرضى المصابين بعدوى التهاب الكبد الفيروسي (ج) بواسطة الإنترفيرون من النوع 1 عن طريق الحقن في الوريد - وهي بروتينات خلوية مفرزة تحرّض استجابات قوية مضادّة للفيروسات[12]. وقد تحسّنت معدّلات نجاح النظم العلاجية المستندة إلى الإنترفيرون من نسبة تقل عن 10% في سبعينات القرن الماضي إلى حوالي 50% بحلول عام 2002، وأسهم في هذا التحسّن زيادة الجرعة وإطالة أمد العلاج، وتثبيت الإنترفيرون كيميائيًّا (عن طريق إضافة بوليمير البولي إيثيلين جليكول PEGylation)، وإضافة الريبافيرين، وهو نظير للحمض الريبي النووي (RNA). للريبافيرين نشاط ضعيف ضد التهاب الكبد الفيروسي (ج) عندما يُستَخدَم وحده، ولكنه يزيد من نجاح العلاج بوضوح عند إشراكه مع الإنترفيرون (بآليات لم تُحسم بعد). على أية حال، تطلّب هذا العلاج دورة علاجية مدتها 24 أو 48 أسبوعًا، وتسبّب في إحداث آثار جانبية شديدة جدًّا، من ضمنها الغثيان والاكتئاب وفقر الدم. وهكذا، بقي الهدف متمثلًا في تطوير نظم علاجية شديدة الفعالية، يمكن تناولها عن طريق الفم، ويسهل تحمّلها، وتصلح لعلاج كافة مجموعات المرضى.

يبدو أن اثنين من الإنزيمات المشفرة بواسطة الفيروس (ج)، ضروريان لتكاثر الفيروس – الأول هو سيرين بروتييز (NS3-4A)، والثاني هو بوليميريز الحمض النووي الريبي (NS5B)، ويشكّلان أهدافًا جذّابة للأدوية. في العقد الأول من القرن الحالي، ظهرت مثبّطات لهذه الإنزيمات ولبروتين



الشكل 1 | مسار التهاب الكبد الفيروسي (ج). في ثمانينات القرن العشرين، عولجت حالات التهاب الكبد التالية لنقل الدم، التي لم يمكن تفسيرها بعدوى التهاب الكبد بالفيروس أ أو ب، بواسطة النوع الأول من بروتينات الإنترفيرون، بمعدّل نجاح قارب الـ5%، وقد تمّ تحديد سبب حالات العدوى هذه في عام 1989، باعتباره الحمض الريبي النووي لفيروس التهاب الكبد الفيروسي (ج). وقد أدت التوليفة العلاجية المكوّنة من الإنترفيرون المُضاف له البولي إيثيلين جليكول (PEG-INF) والريبافيرين، التي حصلت على الموافقة عام 2002، إلى تحسين معدّل نجاح العلاج ليصل إلى حوالي 50%. وبحلول عام 2011، كان المزيج الدوائي الذي يحتوي على مضادات الفيروسات مباشرة العمل (DAAs) والنوعية للفيروس (ج)، قد استُخدِم لعلاج المرضى، وحقق معدّلات نجاح بلغت 75%، وأسهمت التجارب الإكلينيكية الحديثة[5-11] التي أجريت على النظم العلاجية التي تعطى بكاملها عن طريق الفم، والخالية من الإنترفيرون، والمستندة إلى مضاد فيروسات مباشر العمل، في زيادة معدّلات نجاح العلاج إلى أكثر من 95%.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

آخر غير إنزيمي، ولكنه أساسي في فيروس ج NS5A، وأطلق عليها اسم مضادات الفيروسات مباشرة العمل (DAAs)، وبدت هذه كهدف رئيس لتطوير أدوية فيروس ج. وفي أواخر عام 2011، تمت الموافقة على اثنين من مثبطات بروتياز NS3 -4A للاستخدام البشري بالاشتراك مع الإنترفيرون ممتد المفعول والريبافيرين، مما رفع معدّل نجاح العلاج إلى أكثر من 70% بين المرضى الذين يعانون من فيروس (ج) من النمط الجيني 1 (هناك ستة أنماط جينية شديدة التباين والتغيّر من الفيروس) .

ومع ذلك.. لم تدم نشوة هذا التقدم طويلًا، إذ عولج المرضى ذوو الحالات المتقدمة، ولكنّ الكثيرين غيرهم لم يُعالَجوا، وذلك بسبب الآثار الجانبية الإضافية لهذه التوليفة الدوائية، التي كثيرًا ما تكون شديدة، وبسبب ظهور المقاومة الفيروسية. في الوقت نفسه، وحتى الآن، كانت تجري تجربة عشرات من المركّبات الجديدة إكلينيكيًّا. ففي عام 2013، تمت الموافقة على مضادات فيروسات مباشرة العمل أكثر قوة، بالاشتراك مع الإنترفيرون ممتد المفعول والريبافيرين، كما تمت الموافقة على أول نظام علاجي يُعطَى بالكامل عن طريق الفم، ويتألف من مضاد فيروسات مباشر العمل يستهدف بوليميريز الحمض النووي الريبي(NS5B) ، إلى جانب الريبافيرين وحده.

تقدم الدراسات الإكلينيكية الأخيرة[5-11] الموجة المقبلة من النظم العلاجية الخالية من الإنترفيرون، والفموية بالكامل، والمستندة إلى مضاد فيروسات مباشر العمل، والتي من المرجّح أن تحصل في المستقبل القريب على الموافقة لعلاج فيروس التهاب الكبد (ج). بدون الخوض في التفاصيل والأسماء التجارية، برزت عدة نقاط أساسية تتعلق بهذه التجارب. النقطة الأولى، أنها تشمل توليفات متعددة فموية بالكامل، ويمكنها تحقيق معدلات نجاح تتجاوز 95%. ويعني 'النجاح' في علاج التهاب الكبد الفيروسي (ج) عدم وجود فيروس قابل للكشف بعد مرور 12 أسبوعًا على إيقاف العلاج. وخلافًا للعلاجات الدوائية لكل من فيروس الإيدز والتهاب الكبد ب، يعتقد معظم باحثي التهاب الكبد الفيروسي (ج) أن هذه النقطة النهائية تمثّل علاجًا متينًا يقلّل من مخاطر الإصابة بأمراض الكبد المتقدمة. النقطة الثانية هي أن هذه العلاجات فعّالة في المرضى الذين هم في أمسّ الحاجة إليها والأكثر صعوبة في العلاج – وهم الذين يعانون من تليّف وتشمّع الكبد المتقدمين، والمصابين بفيروس الإيدز إلى جانب الفيروس الكبدي (ج)، وحتى المرشّحين لجراحة زرع الكبد سواء كانوا مانحين أم متلقين. وجدير بالذكر أيضًا أن التوليفات الدوائية الجديدة تَعِدُ بفترات علاج أقصر (12 أسبوعًا، وربما أقل) وحدٍّ أدنى من الآثار الجانبية؛ وكنتيجة لذلك، من المتوقّع أن يتناقص عدد الأفراد الذين يتوقّفون عن متابعة علاجهم.

لقد انتقلنا إذن من فيروس غامض ومعدّلات نجاح علاج لا تتعدى 5% إلى مرحلة تزيد فيها معدّلات الشفاء عن 95% (الشكل 1). وصلنا إلى مرادنا إذن، أليس كذلك؟ ليس تمامًا. ماذا عن مقاومة الفيروس للأدوية؟ بوجود ما يقرب من 200 مليون شخص مصاب بالعدوى،و6 أنماط وراثية فيروسية متنوعة، وحوالي تريليون متغيّر فيروسي تتشكل يوميًّا لكل مصاب بالعدوى، من المرجّح أن يكون للفيروس الكبدي (ج) بعض الخدع في جعبته لتطوير المقاومة. ورغم ذلك.. فإن بعض مضادات الفيروسات الجديدة مباشرة العمل، وبالأخص سوفوسبُفير (sofosbuvir) الذي يستهدف الموقع النشط من NS5B، لديه حاجز مرتفع للمقاومة، وقد كانت هناك لمحات نادرة فقط من المتغيرات المقاومة في الملاحظات الإكلينيكية في عديد من الأنماط الجينية للفيروس[13]. ربما يكون الجمع بين مضادات الفيروسات القوية مباشرة العمل التي يتمتع كل منها بحاجز مقاومة أكثر انخفاضًا، شديد الفعالية في تجنب تراكم المقاومة. ومع ذلك.. ستحدث المقاومة بلا شك، ويجب وضعها في الاعتبار لتوجيه قرارات العلاج. الأدوية الحالية هي أقل فعالية أيضًا ضد النمط الجيني 3 من الفيروس الكبدي (ج)، الشائع في جنوب آسيا، رغم أن الأدوية التي ستتمكن من علاج مجمل الأنماط الجينية ما زالت قيد التطوير.

هناك حاجز آخر هو تحديد المصابين بالعدوى، إذ لا يدرك معظم الناس أنهم مصابون بعدوى التهاب الكبد الفيروسي (ج)[14]، وأقلية صغيرة منهم فقط هي التي تلقّت العلاج[15]. فرغم أن بعض الجهات الصحية أوصت بإجراء مسح عالمي شامل للمجموعات مرتفعة الخطورة، إلا أن تنفيذ هذه السياسات صعب، ويستغرق وقتًا طويلًا. عندما يتم تحديد الأفراد المصابين بالعدوى، كيف سيدفع المجتمع نفقات علاجهم؟ إن الثمن الحالي للعلاج الناجح للفيروس الكبدي (ج) في الولايات المتحدة يتجاوز 80,000 دولار أمريكي لدورة علاجية مدتها 12 أسبوعًا. قد تؤدي المنافسة بين شركات الأدوية إلى خفض هذا الثمن، ولكن معظم المصابين بالفيروس الكبدي (ج) يعيشون في بلدان لا تستطيع تحمُّل تكاليف العلاجات الجديدة. لحسن الحظ، هناك تحرّك في صناعة الأدوية لتأمين إنتاج أدوية منخفضة التكلفة في بعض البلدان، مثل مصر، التي يُقدّر أن 10% من سكانها مصابون بالعدوى. أخيرًا، لن يمحو التخلص من الفيروس نهائيًّا خطر التعرض لمشاكل ذات صلة بالكبد في المستقبل – فسيبقى المرضى بحاجة للمراقبة الروتينية لوظائف وسرطان الكبد، وخاصة أولئك الذين سبّبت إصابتهم تشمُّعَ الكبد.

ومع توفُّر الأدوية الجديدة، أو قرب توفرها، أصبحت لدينا الوسائل للقضاء على هذا الفيروس، وربما دون الحاجة إلى لقاح، لكن التحدّي الآن يتمثّل في توسيع حدود هذه التقدّم الطبي الكبير على المستوى الوطني والعالمي لمحتاجيه، وهو الأمر الذي لم يكن فعّالًا بشكل ملموس في الماضي. كلنا أملٌ أن يؤدي تنفيذ هذه التطورات الجذرية على التهاب الكبد الفيروسي (ج) إلى المساعدة على ابتكار نموذج للنجاح؛ من أجل هذا وغيره من الأمراض واسعة الانتشار التي تصيب الإنسان. ■

تشارلز إم. رايس، ومحسّن سعيد من مركز دراسة التهاب الكبد الفيروسي (ج)، مختبر علم الفيروسات والأمراض المعدية، جامعة روكفلر، نيويورك، نيويورك 10065، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: ricec@rockefeller.edu

1. Prince, A. M. *et al. Lancet* **2,** 241–246 (1974).
2. Alter, H. J. *et al. Lancet* **2,** 838–841 (1975).
3. Choo, Q. L. *et al. Science* **244,** 359–362 (1989).
4. Mohd Hanafiah, K., Groeger, J., Flaxman, A. D. & Wiersma, S. T. *Hepatology* **57,** 1333–1342 (2013).
5. Feld, J. J. *et al. N. Engl. J. Med.* **370,** 1594–1603 (2014).
6. Afdhal, N. *et al. N. Engl. J. Med.* **370,** 1889–1898 (2014).
7. Afdhal, N. *et al. N. Engl. J. Med.* **370,** 1483–1493 (2014).
8. Kowdley, K. V. *et al. N. Engl. J. Med.* **370,** 222–232 (2014).
9. Kowdley, K. V. *et al. N. Engl. J. Med.* **370,** 1879–1888 (2014).
10. Zeuzem, S. *et al. N. Engl. J. Med.* **370,** 1604–1614 (2014).
11. Sulkowski, M. S., Jacobson, I. M. & Nelson, D. R. *N. Engl. J. Med.* **370,** 1560–1561 (2014).
12. Heim, M. H. *Nature Rev. Immunol.* **13,** 535–542 (2013).
13. Lawitz, E. *et al. N. Engl. J. Med.* **368,** 1878–1887 (2013).
14. Denniston, M. M., Klevens, R. M., McQuillan, G. M. & Jiles, R. B. *Hepatology* **55,** 1652–1661 (2012).
15. Dore, G. J., Ward, J. & Thursz, M. *J. Viral Hepat.* **21** (suppl. 1) 1–4 (2014).

NATURE

خمسون عامًا مضت

"العلم تحت الحصار" – في هذا الاجتماع ذاته، كنت أحاول شرح العمل الذي بدأ في معهد وايزمان على مركبات متعددة الكهارل (بولي إلكتروليت). قاطعتني سيدة بسؤالها: "بولي.. ماذا؟"، فكان ردي: "بولي.. لا شيء". وأكملت بعدها شرح ظاهرة متعدد الكهارل.. باختصار، وبمنتهى البساطة، هي بمثابة سلسلة طويلة من الجزيئات الضخمة.. التي التفت حول نفسها، مع إمكانية أن تنفك. وأبسط مثال على ذلك هو طبق حلوى الجيلي؛ عندما تضع كريستالات، أو شريحة جيلاتينية، في الماء؛ فتنفك جزيئات متعدد الكهارل الملتفة حول نفسها، وتمتد لتملأ قالب الجيلي. بذلك يتضح أن ربات البيوت كُنّ يتعاملن مع مركبات متعددة الكهارل منذ فترة طويلة. البروفيسور ريتشي كالدر.

من دورية نيتشر، 30 مايو 1964

مئة عام مضت

"أصوات وعلامات: نقد لحروف الهجاء، ومقترحات للتعديل"، للمؤلف آرتشر وايلد – الموضوع الأساسي للكتاب هو تشجيع إجراء تعديلات على حروف الهجاء المستخدَمة حاليًّا؛ لتمثل الأصوات الإنجليزية بشكلٍ صحيح... ثم يضع الحروف المقترحة؛ حيث بدت الحروف الكبيرة مطابقة للحروف الصغيرة، ولكنها أكثر تنميقًا. وتتميز تلك الحروف بأنها لا تُرسَم فوق أو تحت السطر، كما أن الحرف الواحد متساوٍ، فلا توجد به أجزاء عريضة وأخرى رفيعة، وتُعرَف بالحروف الدُورية *Doric*. تؤدي الكتابة بتلك الحروف إلى إرباك العين، مع صعوبة قراءتها. المؤلف ليس متمسكًا بتَبَنِّي النظام الذي يقترحه، لكنه يطرح سؤالًا مهمًّا، وهو إمكانية إجراء بعض التعديلات على حروفنا الهجائية من عدمه، إلى جانب اختيار شكل الحروف بعناية؛ لتيسير استخدامها.

من دورية نيتشر، 28 مايو 1914

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 8 مايو 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 8 مايو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الأعصاب

دور تموضع الخلايا النجمية في التطور

المعلوم بشكل واسع أن الخلايا النجمية تعمل كمنظِّمات لتشكيل مشابك الجهاز العصبي المركزي. وأظهرت دراسة حديثة أنها تميل إلى البقاء بمناطق متميزة خلال التطور. ولم يكن معلومًا ما إذا كانت تجمعات الخلايا النجمية بالمناطق متماثلة، أو متميزة، أو كيف يمكن أن تؤثر أية اختلافات على التطور المشبكي. هنا، حدَّد ديفيد روويتش وزملاؤه أن تجمعات الخلايا النجمية في النخاع الشوكي يمكن أن تعبِّر عن الجينات الخاصة بكل منطقة، مع ضرورة جين *Sema3a* المرمَّز بواسطة خلية نجمية بطنية، واللازم لتنظيم دارة عصبونات الحركة وأنماط الإسقاط الواردة الحسية التقليدية. وهناك آراء تقول إن هذه الخلايا النجمية توفر إشارة موضعية للحفاظ على تشكيل وصقل سليم للدارة.

Astrocyte-encoded positional cues maintain sensorimotor circuit integrity
A Molofsky *et al*
doi:10.1038/nature13161

الاستجابات العصبية في قشرة الدماغ

خلال النشاط العفوي والاستجابات الحِسِّيَّة، تختلف الاستجابات العصبية في قشرة دماغ الثدييات اختلافًا كبيرًا. تقول الفرضية السائدة في تفسير هذه الظاهرة إن قشرة الدماغ في الحيوانات المتنبِّهة تكون في حالة توصيل عالية غير متزامنة. فقد استخدم نيكولاس بريبه وزملاؤه تسجيلات خلية كاملة للحصول على مشاهدات مباشرة للمدخلات المشبكية إلى عصبونات مفردة في القشرة البصرية الأولية لقرود تقوم بأداء مهام تثبيت بصري، ودعّمت نتائجهم فرضية بديلة، يكون فيها التشويك (نشاط الدماغ حادّ الموجات) مدفوعًا بواسطة أحداث مترابطة نادرة الحدوث أثناء التثبيت، بدون تحفيز حِسِّي، لكن عندما تُعرَّض المحفزات البصرية، تتحول القشرة من حالة متزامنة إلى حالة غير متزامنة. وتبين هذه المحصلة أن دائرة قشرية شائعة يمكن أن تنتقل بين الحالات المتزامنة وغير المتزامنة اعتمادًا على الدافع الحِسِّي.

Sensory stimulation shifts visual cortex from synchronous to asynchronous states
A Tan *et al*
doi:10.1038/nature13159

الفيزياء الفلكية

الشفق البصري لانفجار أشعة جاما

إنّ GRB 121024A هو انفجار أشعة جاما (GRB) مُعمِّر، اكتُشف أول مرة بالقمر الاصطناعي "سويفت" في 24 أكتوبر 2010 عند الانزياح نحو الأحمر $z = 2.298$. أورد كلاس ڤيرسما الكشف عن 0.6% من الضوء البصري دائري الاستقطاب في شفق GRB 121024A، وقيس بعد الانفجار بحوالي 15 يومًا. إنّ الاستقطاب الدائري جوهري بالنسبة إلى الشفق، ولا يرجح أن ينتجه تناثر الغبار أو تأثيرات انتشار البلازما. تتنبأ النماذج النظرية بدرجات منخفضة من الاستقطاب الخطي، ولا تتنبأ باستقطاب دائري بحلول وقت يكون فيه كثير من طاقة الانفجار الأولي قد انتشر كموجة انفجارية. يتحدى سلوك قياس الاستقطاب غير المتوقع من GRB 121024A افتراضًا طال أمده حول توزيعات زاوية ميل الإلكترون متكافئة الخواص في شفق الصدمة الأمامية لانفجار أشعة جاما.

Circular polarization in the optical afterglow of GRB 121024A
KWiersema *et al*
doi:10.1038/nature13237

التنوع الحيوي

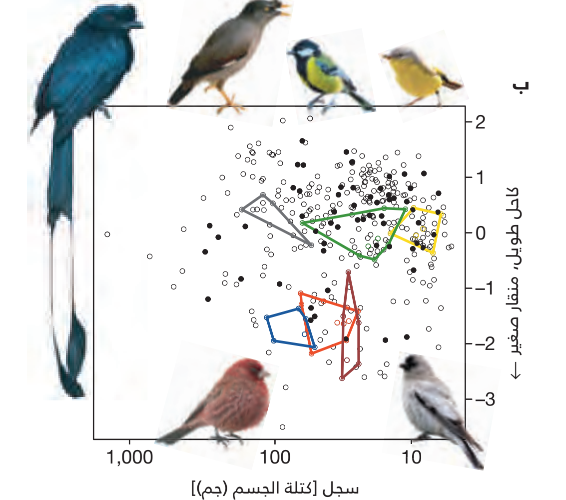
أنواع جديدة تحتاج إلى بيئات ملائمة

دُرِست بدايات الإشعاع التكيفي (تطور أنواع عديدة مختلفة من سلف مشترك) والتشكل التطوُّري لأنواع جديدة بشكل واسع ـ في عصافير داروين، وسمك أبو شوكة، والسمك القشري مثلًا ـ لكن المعلوم قليل نسبيًّا عما سيحدث لاحقًا. وتحديدًا.. ما هي الخطوة التي تحدّ من معدل نشوء أنواع جديدة؟ تبين هذه الدراسة ـ التي استغرقت سبع سنوات على 358 نوعًا من الطيور المغردة الموجودة على سفوح جبال الهيمالايا ـ أن المهم هنا معدلات النشوء التي تُولد وتُحتّل عندما مواضع بيئية جديدة تحدّ من التنوع، وليس المعدل الذي تتشكل عنده أنواع جديدة من خلال العزلة الإنجابية.

Niche filling slows the diversification of Himalayan songbirds
T Price *et al*
doi:10.1038/nature13272

الشكل أسفله | التطور المورفولوجي. أ، عدد من السلالات في شريحة زمنية معينة من خلال الفيلوجني/تطور السلالات (خط أزرق سميك) وقياسات التفاوت (التباين) لثلاث صفات مورفولوجية (شكلية) — الكتلة (خط أسود السميك) وقياسين شكليين (خطوط سوداء متقطعة) — والارتفاع (اتخذ كنقطة منتصف المدى، خط أسود منقط) لطيور شرق الهيمالايا المغردة. التفاوت هو مقياس لجزء من التباين الكلي يدخل في كليدات (مجموعات حية تطورت عن سلف واحد)، يضمها أي خط زمني. وجميع قياسات التفاوت الثلاثة تحيد كثيرًا عن نموذج الحركة البراونية. **ب،** مكون الشكل الأول مقابل الكتلة. المضلعات تطوِّق الأشكال الظاهرية لتلك السلالات الست قبل 11.5 مليون سنة، التي تضم ما لا يقل عن ستة أنواع في منطقة الدراسة. ويشار إلى أحد الأنواع من كل كليد. والنقاط المصمتة هي أنواع فردية، مع عدم وجود تأريخ نسبي مشترك (بالكربون المشع) بالنسبة إلى 11.5 مليون سنة مضت.

أ
سلالات
ارتفاع
مورفولوجيا
تفاوت
سجل [السلالات]
0
1
350
20
2
0 10 20 30
الزمن (منذ ملايين السنين)



بيولوجيا الأيض

كيف تعمل جراحة خفض الوزن؟

هناك نقاش كثير حول استخدام وإساءة استخدام الجراحة الانتهاكية للسيطرة على البدانة والأمراض المتصلة بها. ومهما كانت مزاياها، فالتكاليف والمخاطر المتصلة بها تعني أنها غير مناسبة في كثير من الحالات. تتحدى هذه الدراسة الفكرة القائلة إن مثل هذه الجراحة تسبِّب خفض الوزن فقط بجعل استهلاك أو امتصاص السعرات الحرارية صعبًا بدنيًّا، وتثير إمكان تطوير علاجات تحقق الغاية نفسها، دون الحاجة إلى مشرط. إنّ عملية تكميم المعدة (أو استئصال جزء منها) رأسيًّا (VSG)، حيث يزال نحو 80% من المعدة؛ لإنشاء كُمّ معدي يجاور المريء والاثني عشر، معروف أنها تستحث خفض وزن الجسم وكتلة الدهون، وتحسِّن تحمُّل الجلوكوز في البشر والقوارض. أظهر راندي سيلي وزملاؤه هنا أن التأثير العلاجي لتكميم المعدة رأسيًّا في الفئران لا ينشأ من القيود الميكانيكية لمعدة أصغر، بل من الزيادة المرتبطة بمستويات تدوير الأحماض الصفراوية والتغيرات في التجمعات الميكروبية للقناة الهضمية. وفي غياب مستقبِل حمض الصفراء النووي FXR، تصبح قدرة عملية تكميم المعدة على الحد من وزن الجسم وتحسين تحمُّل الجلوكوز أقل بشكل كبير.

FXR is a molecular target for the effects of vertical sleeve gastrectomy

K Ryan *et al*

doi:10.1038/nature13135

بيولوجيا الأعصاب

دور جزيء التوافق النسيجي وتطوُّر العين

جزيء الدرجة I بمجمع التوافق النسيجي (MHC) الأساسي $H2\text{-}D^b$، الذي كان يُعتقَد سابقًا أنه لا يعبَّر عنه في الخلايا العصبية، ظهر هنا مطلوبًا لإزالة المشبك العصبي خلال تطور النظام البصري. وقد أوردت كارلا شاتز وزملاؤها أن الفئران التي تفتقر إلى جزيئي $H2\text{-}K^b$ من الدرجة I بمجمع التوافق النسيجي لديها فشل في إزالة المشبك وظيفيًّا وبنيويًّا في المسار الرُّكبي الشبكي الذي يضمن وصلات دقيقة بين شبكية العين والنواة الركبيّة الجانبية. يتم عكس اتجاه هذا الفشل بتعبير $H2\text{-}D^b$ انتقائيًّا في العصبونات. يعمل $H2\text{-}D^b$ أيضًا أثناء اللدونة، مما يشير إلى وجود صلة جزيئية بين تنظيم إزالة المشبك المشترك، وقواعد التعلم المتبدلة.

Synapse elimination and learning rules co-regulated by MHC class I $H2\text{-}D^b$

H Lee *et al*

doi:10.1038/nature13154

أ

إهليلجيات

مجرات قرصية

غير منتظمة

ب

ج

الشكل أعلاه | صور وهمية لمحاكاة تجمع مجرات. أ، توزيعات الضوء النجمي (نطاقات g,r,i) لعينة من المجرات عند Z = 0 مرتبة على منوال تسلسل هابل الكلاسيكي للتصنيف المورفولوجي (الشكل). تنتج محاكاتنا عددًا من أنواع المجرات، تتراوح من المجرات الإهليلجية والقرصية إلى المنظومات الشاذة. وتنتج الأخيرة غالبًا عن تفاعلات واندماجات. **ب،** صورة HST UDF (2.8 دقيقة قوسية على جانب منها) بالنطاقات B، Z، H الملتفة بدوال جاوس للنقاط المنتشرة عند σ = 0.04، 0.08، 0.16 ثانية قوسية، على التوالي. **ج،** رصد HST تصوري (وهمي).

علوم الكون

النماذج الكونية

حققت النماذج الكونية المقبولة لتكوين المجرات وتطورها نجاحًا محدودًا، حيث فشلت في استنباط وتوصيف التجمع المتباين من المجرات الإهليلجية والحلزونية التي نرصدها. ففي محاكاة جديدة استفادت كثيرًا من التطورات الأخيرة في القدرة الحاسوبية والتطورات اللوغارثمية، أمكن استنباط تجمع مجرات إهليلجية وحلزونية بنجاح، وإعادة إنتاج التوزيع المرصود للمجرات في عناقيد وتطور المادة المظلمة والمرئية وسمات الهيدروجين على نطاقات واسعة، وأمكن في الوقت نفسه مضاهاة محتوى المجرات من المعادن (الأثقل من الهيليوم) والهيدروجين على نطاقات محدودة. تتبعت الحسابات تراكم المجرات بدقة غير مسبوقة بعد قليل من الانفجار العظيم، وحتى وقتنا الحاضر، ممتدةً لأكثر من 13 مليار سنة من التطور الكوني.

Properties of galaxies reproduced by a hydrodynamic simulation

M Vogelsberger *et al*

doi:10.1038/nature13316

فيزياء المواد

ما الذي يربط الاحتكاك بالكسر؟

إمكانية اشتراك عمليات الاحتكاك والكسر في بعض السمات المشتركة ليست فكرة جديدة، لكن لا يزال هناك كثير يمكن تعلُّمه حول طبيعة تلك الصِّلات. فقد وَجَّه إيليا سفيتزكا، وجاي فاينبرج اهتمامهما إلى سطح الانزلاق البيني بين كتل البوليمر الهشة الجافة، وبَحَثَا في الانتقال بين الاحتكاك "الساكن" و"الديناميكي" في هذا النظام النموذجي. وجد الباحثان أنه يمكن التقاط معظم هذا التحول كميًّا بواسطة الإطار النظري نفسه المستخدَم لوصف الكسر التقصُّفي، لكنهما وجدا أيضًا انحرافات عن ذلك التناظر مع اقتراب سرعة التمزق من سرعة انتشار الموجات الصوتية بامتداد الوسط البيني. يُعَدّ اقتران الاحتكاك بالكسر مهمًّا في مختلف المجالات، بما يشمل علوم المواد والهندسة ودراسة ديناميّات الزلازل الأرضية.

Classical shear cracks drive the onset of dry frictional motion

I Svetlizky *et al*

doi:10.1038/nature13202

تغير المناخ

تغيُّر المداريّات يحرِّك احترار القطب الشمالي

شهدت جرينلاند وشمال شرق كندا بعض أسرع حالات الاحترار في أواخر القرن الماضي وأوائل القرن الحالي، مع افتراض دور للإنسان في استحثاث تلك التغيرات المناخية. وأظهر قينج-هوا دينج وزملاؤه أن حوالي نصف الاحترار المرصود يمكن أن يُعزَى إلى تغيرات بدرجة حرارة سطح البحر بالمحيط الهادئ الاستوائي (المداري) التي تؤثر بدورها في دوران تيارات الغلاف الجوي واسع النطاق الذي يُحرِّك الهواء الدافئ من المداريات إلى جرينلاند وشمال شرق كندا. وهناك حاجة إلى بحثٍ أكثر؛ لتحديد ما إذا كانت تغيرات المحيط الهادئ نفسها هي استجابة لتأثيرات النشاط البشري على نظام المناخ، أم لا.

Tropical forcing of the recent rapid Arctic warming in northeastern Canada and Greenland

Q Ding *et al*

doi:10.1038/nature13260

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيولوجيا الجزيئية

مُمْرِضات بكتيرية تستغل البلعمة

هذه الدراسة لمُمْرِض بكتيري داخل الخلية، هو بكتيريا الليسترية المستوحِدة. وهذه البكتيريا مسبِّب مهم للأمراض المنقولة غذائيًّا، تظهر أنها تستغل نظام دفن الخلايا الميتة لدى المضيف لتعزيز الانتشار من خلية لأخرى أثناء العدوى. ودفن الخلايا الميتة هو عملية إزالة الخلايا الميتة بواسطة البلعمة، تعتمد جزئيًّا على مستقبِلات تتقيَّد إلى فوسفاتيديل سيرين (PS) خارج الوجهي على سطح الخلايا أو الحطام الخلوي، بعد فقدان تماثل الغشاء البلازمي. تؤدي الحركة القائمة على الأكتين الليستري إلى تشكيل نتوءات على سطوح الخلايا المصابة، مما يؤدي ـ في نهاية المطاف ـ لامتصاص البكتيريا بواسطة الخلايا المجاورة. تحدِّد هذه النتائج فوسفاتيديل سيرين هدفًا دوائيًّا محتمَلًا لعلاج عدوى الليسترية المستوحِدة، والبكتيريا الأخرى التي تستخدم استراتيجيات مماثلة للانتشار من خلية إلى أخرى أثناء العدوى.

***Listeria monocytogenes* exploits efferocytosis to promote cell-to-cell spread**

M Czuczman *et al*

doi:10.1038/nature13168

إنتاج أنواع الاكسجين التفاعلي في البلاعم

تصف هذه الدراسة بروتين تكرار غني باللوسين غير مُوصَّف سابقًا، يُسمى المنظِّم السلبي لأنواع الأكسجين التفاعلية (NRROS)، حيث ينظم أكسيداز NADPH (فوسفات ثنائي نوكليوتيد أدينين نيكوتيناميد) البلعمي في الشبكة الإندوبلازمية، مما يمنح الحماية من تلف الأنسجة الجانبي أثناء العمليات الالتهابية. فالفئران التي تفتقد المنظم السلبي لأنواع الأكسجين التفاعلية تُظْهِر قدرة عالية على السيطرة على البكتيريا الغازية، مثل الإشريكية القولونية، والليسترية المستوحِدة، بسبب ارتفاع مستويات أنواع الأكسجين التفاعلية، لكن في الوقت نفسه، قد تصاب بالتهاب الدماغ والنخاع الحاد الناجم عن المناعة الذاتية التجريبية، بسبب تلف الأنسجة الناتج عن الأكسدة في النظام العصبي المركزي.

NRROS negatively regulates reactive oxygen species during host defence and autoimmunity

R Noubade *et al*

doi:10.1038/nature13152

علوم البيئة

الأرض الزراعية مهمة للحفاظ الحيوي

تُستخدَم نظرية الجغرافيا الحيوية للجزر، المطوَّرة أصلًا للتنبؤ بأنماط التنوع الحيوي على جُزُر حقيقية، روتينيًّا، لدراسة الحفاظ على الغابات الاستوائية. تُعتبر شظايا الغابات المحفوظة جُزُرًا، وتُعتبر الأراضي الزراعية المتداخلة بحرًا غير قابل للسكن. وقد اختبر جريتشِن ديلي وزملاؤه توكيدهم بأن التطبيق الواسع لنظرية الجغرافيا الحيوية للجُزُر على المناطق الريفية يشوِّه فَهْمنا واستراتيجيات الحفاظ في مجال الزراعة. يجادل الباحثون بأن نظرية الجغرافيا الحيوية الريفية أقل استبعادًا بكثير للخصائص المعزَّزة للتنوع الحيوي في الريف المتداخل في الغابات. وبمقارنة تنوُّع الخفافيش على جُزُر ببحيرة وقرب شظايا الغابات، وباستخدام تحليل تلوي شامل لتنوع الخفافيش، أظهر الباحثون أن هناك تنوعًا وتوازنًا حيويًّا بشظايا الغابات أكثر مما تتنبأ به نظرية الجغرافيا الحيوية للجُزُر.

Predicting biodiversity change and averting collapse in agricultural landscapes

C Mendenhall *et al*

doi:10.1038/nature13139

الشكل أسفله | تغيرات التنوع الحيوي الافتراضية في النظم الإيكولوجية بالريف والجزر. أ-ج، مخططات تصورية (مفاهيمية) تظهر أنماط تنوع حيوي مفترضة في نظام إيكولوجي بأقل تغير (**أ**) ونظام إيكولوجي مناظر بالريف (**ب**) وآخر بالجزر (**ج**) والأخيران مستمدّان من التحويل الافتراضي للأرض إلى أرض زراعية أو بحيرة، على التوالي. **د- و**، أنماط مقترحة للتنوع الحيوي في نظام إيكولوجي بأقل تغير (**د**) ونظام إيكولوجي ريفي (**هـ**) وآخر بالجُزُر (**و**)، متصورة بمخططات تمثل العلاقة بين ترتيب الأنواع والوفرة. في كل مخطط للعلاقة بين ترتيب الأنواع والوفرة، تم إعطاء النوع الأكثر وفرة بكل موقع الترتيب 1، وثاني الأنواع الأكثر وفرة تم إعطاؤه الترتيب 2، وهكذا. علامات مسمارية تُميِّز المواقع والمَواطِن مع أحرف في كل نظام إيكولوجي، وتمت الإشارة إليها بمخطط العلاقة بين ترتيب الأنواع والوفرة. في النظام الإيكولوجي الخاص بالريف أو الجُزُر، تمثل الأحرف مواقع متموضعة بالبر الرئيس، أو داخل المحمية (A)، أو البر الرئيس، أو حافة المحمية الطبيعية (B)، شظية غابة أو جزيرة حقيقية (C)، مواطن أزيلت غاباتها أو مصدر مياه (D). نرجِّح أن فقْد الأنواع يحدث عمومًا بعد تغير المشهد الطبيعي، لكنْ هناك تباين واسع بين النظم الإيكولوجية للريف والجُزُر في كيفية تغير التنوع الحيوي من حيث فقدان الأنواع، وتغيرات الوفرة، وتكوين تجمعات جديدة من التنوع الحيوي فيما بين المَوَاطِن، نتيجة للموارد المتوفرة بالمَوَاطِن بشرية الصنع في النظم الإيكولوجية الريفية.

البيولوجيا البنيويّة

إشارة ببروتينات مستقبِلة للضوء

مؤخرًا، تَمّ حَلّ البِنْيَة البلوريّة لِلُّب الحِسِّي الضوئي لفايتوكروم (صباغ بروتيني نباتي) بكتيري في كل من حالتي الراحة والنشاط (المضاءة). وبدراسة فايتوكروم من بكتيريا مُحِبَّة للظروف القاسية *Deinococcus radiodurans*، أظهر سيباستيان وِسْتنهوف وزملاؤه أن التبديل بين شكلي الخمول والنشاط يتوسط فيها "لسان" محفوظ، يمس حامل اللون. تتضخم التغيرات البنيوية ذَرِّيَّة المستوى في المنطقة المجاورة لحامل اللون لدى انتقالها عبر اللسان وما وراءه، بالغةً ذروتها في إشارة تكوينيّة نانومترية المستوى، تغذِّي بقية شبكة الإشارات الخلوية.

Signal amplification and transduction in phytochrome photosensors

H Takala *et al*

doi:10.1038/nature13310

الإيكولوجيا الوظيفية

تنوُّع الفرش النباتي في النظام الإيكولوجي

المعلوم أن للتنوع الحيوي تأثيرًا إيجابيًّا على وظائف النظام الإيكولوجي كالإنتاج الأوَّلي، لكن تأثيراته أقل وضوحًا على الفرش النباتي (فضلات النبات) والكائنات التي تحلله. وقد دَرَس ستيفن هاتنشفايلر وزملاؤه تنوع الفرش النباتي بتجارب تلاعبية متوازية في خمسة مواقع، تتراوح بين مناطق شبه قطبية ومناطق استوائية، بما في ذلك نُظُم إيكولوجية برية ومائية. وأظهر الباحثون أن خفض تنوع الفرش النباتي أو الحيوانات المُعتاشة على الحتات (لافقاريات وكائنات دقيقة تُحَلِّل الفرش النباتي)، بجميع النظم الإيكولوجية المدروسة، يبطئ كربون الفرش النباتي وتدوير النيتروجين ومعدَّل التحلل. وعلى سبيل المثال.. فإنّ خفْض التحلل الناتج عن فقدان التنوع الحيوي قد يحدّ من إمداد النيتروجين للمُنتجين الأوَّليين. ورغم إيجابية التأثيرات إجمالًا، فقد كانت أضعف مما يرد عادة حول الإنتاج الأوَّلي، مما يتحدى التفكير الراهن بشأن عمومية العلاقات بين التنوع الحيوي، وعمليات النظم الإيكولوجية التي تقوم على تقدير إنتاجية النبات.

Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes

I Handa *et al*

doi:10.1038/nature13247

بيولوجيا الخلية

استشعار بإندوسومات الخلية التَّغَصُّنِيَّة

مستقبلات مضاهاة النمط داخل الخلوي NOD1/2 وغيرها من المستقبلات شبيهة NOD تستشعِر وجود مادة بكتيرية في العصارة الخلوية، كخطوة أولى نحو إطلاق استجابة مناعية فطرية، لكن المعلوم قليل عن كيفية ومكان عبور ليجنداتها لأغشية الخلايا. ومؤخرًا، أظهر أيرا ملمَن وزملاؤه أن العضيّات داخل الجسيمات الحالة (الإندو ليزوزومية) في الخلايا التغصُّنيّة توفر بوابة دخول لليجاندات NOD، مثل موراميل ثنائي الببتيد، من خلال تعبير الناقلين SLC15A3 وSLC15A4. وهذا يعني أن إندوسومات الخلايا التغصُّنيّة يمكن أن تعمل كمِنَصّات متخصصة للاستشعار العصاري الخلوي والاستشعار خارج الخلوي للمُمْرِضات (كما ظهر سابقًا).

Endosomes are specialized platforms for bacterial sensing and NOD2 signalling

N Nakamura *et al*

doi:10.1038/nature13133



غلاف عدد 15 مايو 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 15 مايو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الكيمياء العضوية

النيكل يُظهر نشاطًا في تخليق جزيء صغير

النيكل حفّاز مهم، يجتذب اهتمامًا خاصًّا من علماء الكيمياء العضوية منذ سبعينات القرن الماضي، بسبب الاقتران المُتصالِب ونطاق من تفاعلات الألكينات والألكاينات. تركز هذه المراجعة على التطورات الأحدث في استخدام التحفيز المتجانس للنيكل في تخليق جزيء صغير، شاملًا تفاعلات متصالبة الاقتران، يتوسطها النيكل، وتفاعلات تنشيط رابطة C-H.

Recent advances in homogeneous nickel catalysis

S Tasker *et al*

doi:10.1038/nature13274

الكيمياء التخليقية

منتجات طبيعية جديدة تحتوي على نيتروجين

تورد هذه الدراسة التخليقات الأولى لمنتجي سيترينالين بي (citrinalin B) وسَيكلوبيامين بي (cyclopiamine B) طبيعيين. وكنتيجة ثانوية لهذه الدراسة، يقترح الباحثون تنقيح البنية المُسندة مبدئيًّا إلى سيترينالين بي. ويمكن لوجود ذرّات نيتروجين في جزيء مُستهدَف أن تعقِّد تخليقه، نتيجةً لقاعدية النيتروجين وقابليته للتأكسد. يمكن الالتفاف على هذا بإدخال وإزالة المجموعات الوظيفية التي تخفِّض القاعدية انتقائيًّا. وقد تم إنتاج أشباه قلويات البرينيليتدندول prenylatedindole alkaloids، وسيترينالين بي وسيكلوبيامين بي، باستخدام تنقيح التقنية، لتفتح باب تخليق فئة من المركّبات تشمل مواد علاجية، مثل الكوينين quinine، والمورفين morphine، وتضيفها إلى الكيمياء التخليقية.

Total synthesis and isolation of citrinalin and cyclopiamine congeners

E Mercado-Marin *et al*

doi:10.1038/nature13273

علم الأعصاب

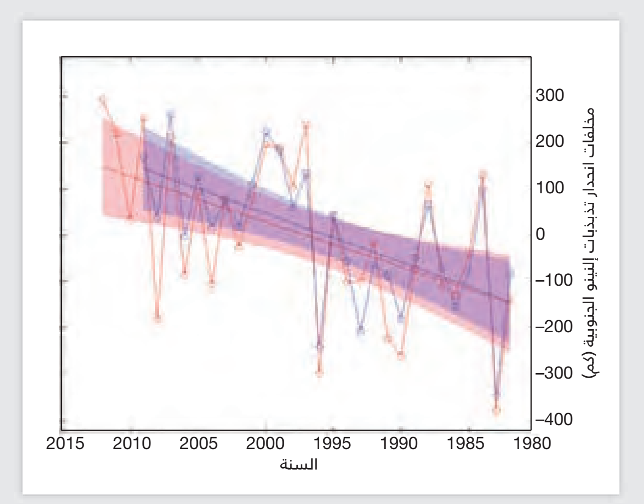
السيطرة العصبونية في سلوك الوالدين

تجلب الخبرة الجنسية تغيرًا جذريًّا في كيفية تصرف ذكور الفئران مع الجِرَاء، فالذكور العذارى تهاجم الجراء، بينما يُظهِر الآباء الناضجون رعاية أبوية. ومؤخرًا، أظهرت كاثرين دولاك وزملاؤها أن الذكور العذارى الذين لديهم ضعف استشعار الفرمون لا تهاجم الجراء. وبشكل أكثر إدهاشًا، حدَّد الباحثون مجموعة فرعية من عصبونات الدماغ الوطائية (تحت المهاد) تعبر الببتيد العصبي، جالانين galanin، الذي يؤدى تنشيطه في الذكور العذارى لكبح العدوانية، ويستحث رعاية الجراء. يؤدي الاستئصال الوراثي للعصبونات التي تعبر الببتيد العصبي جالانين إلى ضعف كبير في الاستجابات الأمومية والأبوية للجراء. ويُرجّح أن يجتذب التحديد الجزيئي لتجمعات العصبونات المتحكمة في سلوك الوالدين، ذكورًا وإناثًا، اهتمامًا واسعًا لدى علماء الأعصاب، وعلماء السلوك الحيواني.

Galanin neurons in the medial preoptic area govern parental behaviour

Z Wu *et al*

doi:10.1038/nature13307



تغيُّر المناخ

الأعاصير المداريّة تهاجر نحو القطبين

تعرقلت محاولات رصد تغيرات نشاط الأعاصير المدارية، بسبب تضاربات في قواعد البيانات العالمية، مثل قياسات التكرار، ومدة العواصف وشِدَّتها. تَجَاوَزَ جيم كوسين وزملاؤه تلك المشكلة طويلة الأمد بالتركيز على خطوط العرض التي تصل فيها الأعاصير المدارية إلى أقصى شدتها خلال فترة عمرها، وهو قياس أقوى كثيرًا. وجد الباحثون خلال الثلاثين عامًا الأخيرة أن منطقة قمة شدة الأعاصير هاجرت باضطراد نحو القطبين، بمعدل 60 كيلومترًا كل عشر سنوات. ويبدو أن هذا الحيد مرتبط بتغيرات في قوة قصّ الرياح الرأسية وشدة الجهد، وهو ما يشير الباحثون إلى أنه قد يكون متصلًا بالزيادات الأخيرة في عرض الحزام المداري، المرتبطة بالاحترار الكوكبي.

The poleward migration of the location of tropical cyclone maximum intensity

J Kossin *et al*

doi:10.1038/nature13278

الشكل أعلاه | الاتجاهات العالمية لخط عرض شدة عمر الإعصار القصوى (LMI) مع اختزال تغير تذبذبات إلنينو الجنوبية (ENSO). تسلسل زمني لخط العرض الخاص بشدة عمر الإعصار القصوى، محسوبة من أفضل تتبع للبيانات التاريخية (الأحمر؛ الاتجاه، ±99 59 كيلومترا لكل عقد). وإعادة تحليل بتقنية ديفوراك المتقدمة الخاصة بالقمر الاصطناعي هوريكان ADT-HURSAT (الأزرق؛ الاتجاه؛ 107 ± 53 كيلومترا لكل عقد) مع اختزال تغير تذبذبات إلنينو الجنوبية. القيم محسوبة من بواقي انحدار خط عرض شدة عمر الإعصار القصوى على مؤشر تغير تذبذبات إلنينو الجنوبية. يمثل التظليل فاصل الثقة ثنائي الجانب، البالغ 95% لذلك التوجه.

المناعة الجزيئية

التعزيز المؤدِّي إلى تنشيط الخلايا التائية

تنتج البكتيريا والخميرة والفيروسات العوامل الميكروبية المختلفة الخاصة بها، والضرورية لبقائها، وهذه يمكن استغلالها كمستضدات للرصد المناعي. وبالتالي، فإن الخلايا التائية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الثابتة المرتبطة بالغشاء المخاطي (MAIT) ـ وهي فئة خلايا تائية فرعية شبه فطرية وفيرة في البشر ـ تُنشَّط تحديدًا بواسطة نواتج الأيض الميكروبية المختلفة لفيتامين "بي B" التي يقدمها بروتين MR1. تبين هذه الدراسة كيف يمكن بناء ليجاند عالي القدرة، منشِّط للخلايا التائية الثابتة المرتبطة بالغشاء المُخاطي من مُركّبات كيميائية انتقالية وسيطة من المسار الريبوفلافيني الميكروبي الذي يُعدّل لاحقًا بإضافة ميثيلجليوكسال غير إنزيمي. يحدث تشكيل المعقد الإضافي في حين يحتل السلف ثلم بروتين MR1 بتسهيل من الجزيء مقدِّم المستضدّ.

T-cell activation by transitory neo-antigens derived from distinct microbial pathways

A Corbett *et al*

doi:10.1038/nature13160

البكتيريا مقابل نظام المناعة الفطرية

الإنفلاماسوم هو معقد متعدد البروتينات، يعمل كَمِنَصَّة تنشيط إنزيم كاسباز-1، كوسيط رئيس للالتهاب. ويُستشعَر عديد السكاريد الشحمي (LPS) من البكتيريا سالبة الجرام بواسطة مسار إنفلاماسوم جديد يستهدف كاسباز-11، وتنشِّط إنترفيرونات النوع الأول. تُظْهِر هذه الدراسة على الفئران أن تنشيط كاسباز-11 بواسطة مُمْرِضات بكتيرية فجوية يتطلب التعبير عن إنزيمات ثلاثي فوسفات الجوانوزين (GTPases) صغيرة محفَزة بالإنترفيرون، تسمى البروتينات المقيدة للجوانيلات (GBP). وهذه البروتينات المقيدة للجوانيلات (GBP) تهاجم غشاء الفجوات المحتوية على المُمْرِضات، وتحفِّز انحلالها وتنشيط الإنفلاماسوم بوساطة كاسباز-11 لاحقًا. تثبت هذه النتائج أن الدمار الذي يحفزه المضيف للفجوات المحتوية على المُمْرِض أو للفاجوسومات هو وظيفة مناعية أساسية، ويضمن التعرف على البكتيريا الفجوية بواسطة مِجَسّات استشعار مناعية فطرية عُصَارِيّة خلوية.

Caspase-11 activation requires lysis of pathogen-containing vacuoles by IFN-induced GTPases

E Meunier *et al*

doi:10.1038/nature13157

البيولوجيا الجزيئية

وجهان لإشارات إطلاق البيورين

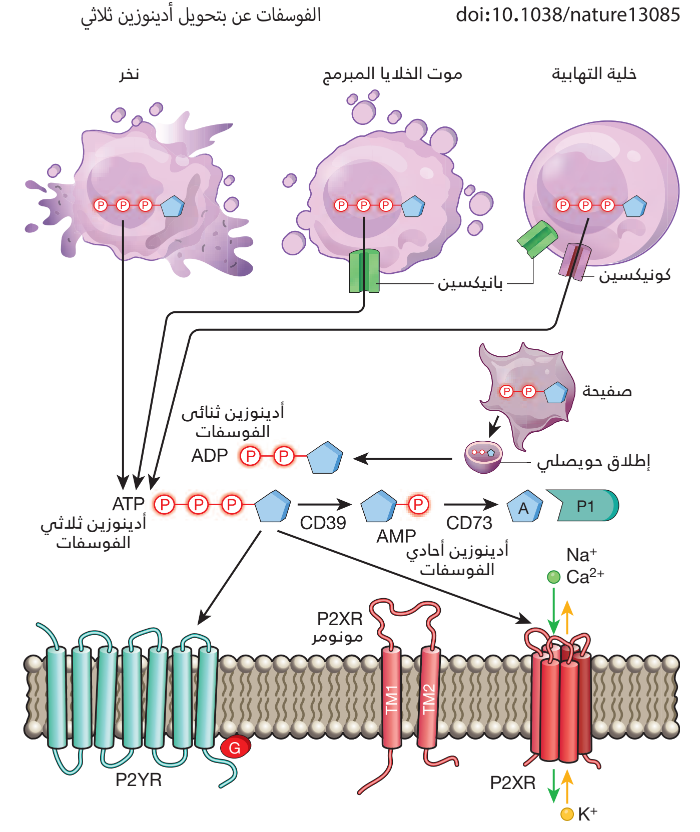
دور إشارات إطلاق البيورين (البيورينجية) في سياق الأمراض الالتهابية يحتمل وجهتي نظر: مستقبلات P2 البيورينجية، المنشَّطة بأدينوزين ثلاثي الفوسفات وبعض نيوكليوتيدات أخرى، مهمة في تصاعد استجابة التهابية ملائمة ضد مُمْرِضات غازية أو أورام، لكن تأشير P2X/P2Y يمكن أن يسبِّب استهلال واستمرار الالتهاب المزمن في حالات معينة، كالربو، أو أمراض الرئة المزمنة، أو داء الأمعاء الالتهابي. تركز هذه المراجعة على الجوانب الصحية للبيولوجيا المعقدة لمستقبِلات إشارات أدينوزين ثلاثي الفوسفات. خلص الباحثون إلى أن تضخيم إشارات أدينوزين ثلاثي الفوسفات دوائيًّا من خارج الخلية يمثل علاجًا واعدًا للسرطان والأمراض المعدية، وأنّ الاستراتيجيات التي تعطل إشارات P2R، وتعزز تحويل أدينوزين ثلاثي الفوسفات خارج الخلايا إلى أدينوزين، وتنشط مستقبلات الأدينوزين، قد تكون فعالة في الأمراض الالتهابية الحادة أو المزمنة.

Nucleotide signaling during inflammation

M Idzko *et al*

doi:10.1038/nature13085

الشكل أسفله | إطلاق النوكليوتيدات والتأشير خارج الخلية أثناء الالتهاب. أثناء الالتهاب، أنواع خلايا متعددة تطلق نوكليوتيدات، مثلا أدينوزين ثلاثي الفوسفات أو أدينوزين ثنائي الفوسفات، من حجرات داخل الخلايا إلى حيز خارجها. يمكن إطلاق النيوكليوتيدات أثناء الإصابة الميكانيكية أو النخر أو موت الخلايا المبرمج أو تنشيط الخلايا الالتهابية. عدة مسارات جزيئية متورطة في هذه العملية، مثل إطلاق أدينوزين ثنائي الفوسفات حويصليًّا من الصفائح الدموية، وإطلاق أدينوزين ثلاثي الفوسفات بواسطة بروتين بانيكسين خلال موت الخلايا المبرمج، وإطلاق أدينوزين ثلاثي الفوسفات بواسطة كونيكسين أو بانيكسين من خلايا التهابية، مثل العدلات. تعمل النوكليوتيدات خارج الخلايا كجزيئات تأشير من خلال تنشيط مستقبلات P2 البيورينجية (تطلق البيورين). يمكن تصنيف هذه المستقبِلات إلى مستقبِلات P2Y انتحائية الأيض metabotropic P2YRs؛ GPCRs مع سبعة موتيفات تمتد عبر الغشاء، أو مستقبلات P2X أيونية متعادلة ionotropic P2XRs، التي هي قنوات أيونية ببوابات نوكليوتيدية. يتكون كل P2XR من ثلاثة وحيدات فرعية (مونومرات P2XR)، كل منها يتكون من منطقتين عبر الغشاء، TM1 وTM2. تقيد ثلاثة جزيئات من أدينوزين ثلاثي الفوسفات بقناة P2X المتجمعة يؤدي لفتح مسام مركزي. تسمح هذه التغييرات الهيئية بتدفق أيونات مثل الصوديوم (Na^+) والكالسيوم ($Ca2^+$) والبوتاسيوم (K^+) عبر الغشاء. يتم إنهاء تأشير أدينوزين ثلاثي الفوسفات عن بتحويل أدينوزين ثلاثي الفوسفات إنزيميًا إلى أدينوزين من خلال إنزيم ثنائي فوسفات الهيدرولاز ثلاثي الفوسفات نوكليوسايد خارجي CD39 (تحويل أدينوزين ثلاثي الفوسفات/أدينوزين ثنائي الفوسفات إلى أدينوزين أحادي الفوسفات) وتحويل نيوكليوتيداز خارجي-´5 CD73 (تحويل أدينوزين أحادي الفوسفات إلى أدينوزين). وبشكل مماثل لأدينوزين ثلاثي الفوسفات، يعمل الأدينوزين كجزيء تأشير خارج الخلايا من خلال تنشيط مستقبلات أدينوزين P1 البيورينجية.



البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة غلاف فيروس التهاب الكبد (C)

لا يوجد حاليًا أيّ لقاح ضد فيروس التهاب الكبد الوبائي (سي). لذلك.. من المهم الوقوف على مزيد من العمليات التي يُحْدِث بها الفيروس العدوى. حَلّ جوزيف ماركوتريجيانو وزملاؤه البِنْيَة البلورية للنطاق الأساسي لبروتين E2 السكري بسطح فيروس (سي). وخِلافًا للتوقعات، تُظْهِر البِنْيَة أنّ من غير المرجح أن يكون بروتين E2 هو بروتين الاندماج الفيروسي. ويساعد هذا العمل في توضيح دور هذا البروتين، وآلية دخول فيروس التهاب الكبد الوبائي (سي).

Structure of the core ectodomain of the hepatitis C virus envelope glycoprotein 2

A Khan *et al*

doi:10.1038/nature13117

الهندسة الحيوية

التنوع الوراثي في التطور

استخدم ستيفن كويك وزملاؤه طريقة جديدة بالموائع المجهرية لفك تتابعات الحمض النووي الريبي لخلية وحيدة لدراسة التجانس الخلوي في رئة الفأر النامية (المتطورة). وباستخدام هذا النهج، حدَّد الباحثون واسمات جديدة محتمَلة لنوع الخلايا السنخية الأول (AT1)، المتخصصة في تبادل الغازات، وخلايا مكعبية مفرزة فاعلة سطحيًّا (AT2). ويمكن تطبيق التقنيات المستخدَمة هنا على أي نسيج متطور أو ناضج. ولذلك.. يمكن أن تفيد في تحديد أنواع الخلايا، والأسلاف، وعوامل منظِّمة محدَّدة بالسلالة.

Reconstructing lineage hierarchies of the distal lung epithelium using single-cell RNA-seq

B Treutlein *et al*

doi:10.1038/nature13173

بيولوجيا النبات

لِجْنين قابل للهضم لمحاصيل الوقود

اقترح العلماء تعطيل التخليق الحيوي لمادة لِجْنين ـ بوليمر حيوي معقّد، يضفي قوة وصلابة على جدار الخلية النباتية ـ كوسيلة لتحسين محاصيل العلف والطاقة الحيوية، لكن اضطرابات اللِّجْنين الحيوي الوراثية تؤدي إلى تعثُّر النمو وتشوهات تطوُّرية. في أبحاثهم على نبات أرابيدوبسيس (الرشاد)، أظهر الباحثون أن تلك السمات غير المرغوبة تعتمد على الوسيط Mediator النسخي التنظيمي المعقد. يورط تحليل الطفرات الوسيط Mediator في عملية نسخ نشطة مسؤولة عن تقزيم وتثبيط اللِّجْنين الحيوي، ويمكن خفض استعصاء الكتلة الحيوية بشكل كبير بإعاقة توليف وُحَيدتي اللِّجْنين G وS، دون التضحية بالضرورة بوفرة محصول الكتلة الحيوية. تقترح هذه النتيجة أهدافًا محتمَلة لإنتاج محاصيل وقود حيوي سليلوزيّة معدَّلة وراثيًّا.

Disruption of Mediator rescues the stunted growth of a lignin-deficient *Arabidopsis* mutant

N Bonawitz *et al*

doi:10.1038/nature13084

البيولوجيا الجزيئية/ الطب التجدّدي

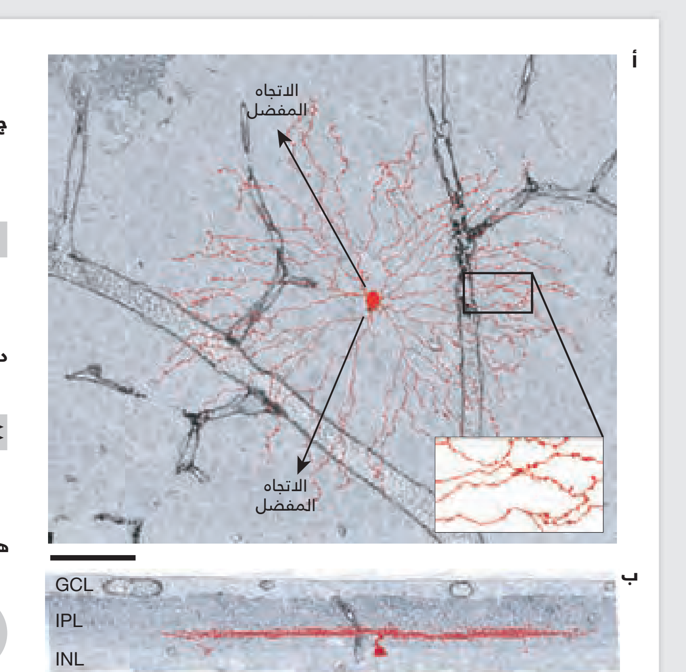
مستقبل عامل النمو (c-kit).. وتجدُّد القلب

أوردت تقارير علمية أن خلايا السلف القلبية داخلية النمو التي تعبر مستقبل عامل نمو خلايا جذعية يُسمى c-kit الجين الورمي الأولي، أو كيناز التيروزين، مصدرٌ أساسي لتوليد عضلة قلب جديدة بعد الإصابة، لكن دراسات أخرى على خلايا c-kit المقيمة بالقلب أوردت عكس ذلك: أي أن هذه الخلايا لا يمكنها توليد خلايا عضليّة قلبيّة بالجسم الحي. وقد عالج جيفري مولكنتِن وزملاؤه هذه المسألة باستخدام نظام تتبُّع سلالات قابل للتحفيز. وجد الباحثون أن معدلات تكوين الخلايا العضلية القلبية من سلالة $c\text{-}kit^{+}$ منخفضة للغاية، وليست لها أهمية فسيولوجية. وعلى نقيض ذلك.. تسهم خلايا $c\text{-}kit^{+}$ إسهامًا كبيرًا في إنتاج الخلايا البِطَانية في القلب.

$c\text{-}kit^{+}$ cells minimally contribute cardiomyocytes to the heart

J Berlo *et al*

doi:10.1038/nature13309





الإبصار

إحساس شبكية العين بالاتجاه

كان يُعتقد أن اكتشاف الحركة بواسطة شبكية عين الثدييات يعتمد كثيرًا على الفيزياء الحيوية الأساسية لتغصُّنات الزوائد الشجيرية للعصبونات النجمية عديمة الاستطالات (الألياف الطولية). ومؤخرًا، دمج سيباستيان سونج وزملاؤه تقنيات تَعَلُّم الآلة مع التوريد الجماعي عبر لعبة "آي واير" EyeWire (إشغال بصري لتعيين بِنَى العصبونات ثلاثية الأبعاد بالدماغ)؛ لإعادة رسم مخطط توصيلات الخلايا عديمة الاستطالات، والخلايا ثنائية القطب. تُظهِر هذه النتائج أن انتقائية الاتجاه تؤسَّس على المستوى قبل المشبكي ـ في المدخلات المكانية الزمانية إلى الخلايا عديمة الاستطالات ـ مما يحدد الدارات العصبية، بدلًا من الخصائص الأساسية للعصبونات النجمية عديمة الاستطالات مفتاحًا لانتقائية الاتجاه. يجعل هذا النموذج الجديد شبكية عين الفأر أقرب في بعض النواحي إلى نظام رايكارت Reichardt الكاشف للحركة، والمميِّز لإبصار الحشرات.

Space–time wiring specificity supports direction selectivity in the retina

J Kim *et al*

doi:10.1038/nature13240

الشكل أعلاه | خلية نجمية عديمة الألياف الطولية وانتقائيتها الاتجاهية. أ،ب، متفرع من خلية نجمية عديمة الألياف الطولية شوهدت متقابلة في (**أ**)، وعمودية على محور الضوء في (**ب**). GCL: طبقة خلايا عقدية. الصور بالتدرج الرمادي من مجموعة بيانات e2198. تورُّمات من تغصُّنات (زوائد شجيرية) الخلية العصبية البعيدة هي الحبات قبل المشبكية (الصورة الصغيرة الملحقة). مقياس بار، 50 مايكرومترًا. **ج،** نقترح أن يتم توصيل تغصُّنات الخلية النجمية عديمة المحوار لمسارات بها تأخيرات زمنية (تباطؤ زمني) في الاستجابة البصرية التي تختلف بقيمة تاو (t). **د،** استدعى نموذج سابق التأخر (التباطؤ) الزمني بسبب توصيل الإشارة في التغصُّنات السلبية (غير الفعالة). **هـ،** يتنبأ النموذج السابق باتجاه مفضل نحو الداخل للجهد الكهربي الجسدي، بعكس الملاحظات التجريبية.

الكيمياء الفيزيائية

تتبُّع الاستثارات ثلاثية الأبعاد بمركّبات المعادن

يؤدي امتصاص وتبديد الطاقة الضوئية بواسطة مُركّبات المعادن الانتقالية ثلاثية الأبعاد دورًا حاسمًا في التوليف الضوئي وأنظمة اصطناعية عديدة تحصد الطاقة الشمسية، لكنْ يظل فَهْم تلك الظاهرة المعقدة بالتفصيل صعبًا. ومؤخرًا، أظهر وينكاي جانغ وزملاؤه أنه يمكن للتحليل الطيفي بالأشعة السينية الاستشعاعية ـ باستبانة نطاقها فيمتوثانية ـ أن يتغلب على محدوديّات الأساليب المتاحة لسَبْر ديناميّات الطور المستثار المعنية. اتضح هذا بالنسبة إلى نموذج مركّب حديدي أوَّلي، حيث يُنشِئ تتبع ديناميات الشحن والغزل المنطلّقة، لدى الاستثارات الضوئية، دورًا حاسمًا لأطوار الغزل الوسيط في عملية إزالة الاستثارة. يتوقع الباحثون أن طريقتهم ستمكِّن أخيرًا من تعيين تفصيلي للعمليات الأساسية التي تعزِّز عدة ظواهر جزيئية مفيدة منطلقة ضوئيًّا تضم مُركبات المعادن الانتقالية ثلاثية الأبعاد، وبالتالي ستمكِّن من فَهْم هذه العمليات.

Tracking excited-state charge and spin dynamics in iron coordination complexes

W Zhang *et al*

doi:10.1038/nature13252

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الفلك

نجوم نابضة يافعة بقُرْص المَجَرَّة المتوهِّج

نجهل كثيرًا مما يخصّ بِنْيَة وتاريخ مَجَرَّتنا (درب التبانة)، لأن القرص النجمي ما وراء مركز المجرّة مخفيٌّ بشكل كبير بالنجوم المتكدسة في الانتفاخ الكروي للمجرة، لكنّ اكتشاف أعداد كبيرة مرشحة مؤخرًا لتكون نجومًا نابضة من نوع "Cepheid variable ـ الشموع المعيارية" لعلم الفلك ـ بواسطة فريق أوجل OGLE (تجربة التَّعَدُّس التجاذبي البصري) أتاح لباتريشا وايتلوك وزملائها فرصة سَبْر الجانب البعيد من مجرّتنا. وأثبت الباحثون أن نجوم Cepheid variable الخمسة النابضة المشاهَدة في اتجاه انتفاخ المجرّة تقع بالفعل في الأجزاء الخارجية من قُرْص المَجَرَّة خلف الانتفاخ. يتطابق موضع تلك النجوم مع موضع تغلُّظ أو "توهُّج" القرص الخارجي الذي يُستدل عليه من أرصاد الهيدروجين الذَّرِّي.

Cepheid variables in the flared outer disk of our galaxy

M Feast *et al*

doi:10.1038/nature13246

الأحياء الدقيقة

تتبُّع المايكروبيوم البشري زمانيًّا ومكانيًّا

قدَّم مشروع المايكروبيوم البشري (إجمالي الكائنات المجهرية المقيمة بجسم الإنسان) مجموعة مرجعية من التتابعات الجينية للحمض النووي الريبي الريبوسومي16S من مواقع بكافة أنحاء جسم الإنسان من 300 شخص في نقطة زمنية واحدة. وهنا، دَمَجَ تاو دينج، وباتريك شلوس بيانات إضافية جُمعت على مدى 12-18 شهرًا، وأجريا تجزئة لمجموعة البيانات الكاملة إلى أنواع تجمُّعات لكل موقع بالجسم، ومقارنة النتائج بعوامل تاريخ الحياة. تشمل أبرز نتائج تحليلهما ارتباطات قوية بين نوع التجمع، وتغذية الأفراد في صغرهم برضاعة طبيعية، وجنسهم، ومستواهم التعليمي. كذلك، وجدوا أنه بينما كانت أنواع التجمعات من مجهريات البقعة بالفم والقناة الهضمية متميزة، فقد كانت أيضًا تتنبأ ببعضها البعض.

Dynamics and associations of microbial community types across the human body

T Ding *et al*

doi:10.1038/nature13178

الوراثة الجزيئية

بكتيريا تَستخدِم أبجدية وراثية موسَّعة

الشفرة الوراثية أو الرمز الوراثي بسيط: تُستخدَم أربع قواعد نيتروجينية تشكِّل زوجي أدينين–ثيامين (A-T) وجوانين سيتوزين (G-C) في الحياة كلها. إنّ توسيع هذا الترميز لدمج نيوكليوتيدات غير طبيعية وتشكيل القواعد أزواجًا هدفٌ للبيولوجيا التخليقية، لأنه يفتح طرقًا لتفصيل كائنات حية لأغراض موجَّهة. وبينما تَحَقَّقَ هذا في تجارب إثبات المبدأ مخبريًّا، لكنّ الانتشار المستقر للرمز الموسع في الجسم الحي لم يثبت حتى الآن. قدَّم فلويد رومسبرج وزملاؤه دليلًا على أن اثنين من النيوكليوتيدات كارهة الماء، هما d5SICSTP وdNaMTP، يمكن أن يضافا إلى وسط تنمو فيه بكتيريا الإشريكية القولونية المعبرة عن ناقل ثلاثي فوسفات نوكليوتيد طحلبي خارجي، وستُدمج هذه النيوكليوتيدات في الجينوم، ولن يتعرف عليها مسار الإصلاح كآفات؛ وبالتالي، يتضاعف الحمض النووي المحتوى على زوج قاعدتين غير طبيعي، دون أن يتأثر نمو الخلايا كثيرًا.

A semi-synthetic organism with an expanded genetic alphabet

D Malyshev *et al*

doi:10.1038/nature13314

nature

THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE

TYPE CAST

غلاف عدد 22 مايو 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 22 مايو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

بيولوجيا السرطان

دور النحاس في سرطانات جين BRAF

هناك نسبة كبيرة من أورام الجلد وسرطانات أخرى تؤوي طفرات في جين BRAF، معظمها في الكودون 600، مما يسبب تنشيطًا تأسيسيًّا لمسار MAPK (كيناز البروتين المنشِّط المُحْدِث للانقسام الفتيلي). وبعد اكتشاف أن نقل النحاس يعزز تأشير MAPK في ذبابة الفاكهة بالتقييد إلى إنزيم ميك الكيناز kinase MEK وتنشيطه، أظهر كريس كاونتر وزملاؤه مؤخرًا أن التأشير المكون للورم (المسرطن) بواسطة جين BRAF الطافر يتطلب تقييد النحاس إلى MEK الخاص به، معزِّزًا تنشيط 2/ERK1، الكيناز التالي في التسلسل. إنّ التدخل في وفرة النحاس بوسائل وراثية أو مواد نحاس خلابية يخفض نمو الورم المدفوع بجين BRAF في الجسم الحي بنماذج الفئران، وأيضًا يخفض نمو الخلايا السرطانية التي أصبحت تقاوم مثبطات BRAF. وبالتالي، فإنّ خلابيات النحاس ـ الموجودة بالفعل في العيادة لأسباب علاجية أخرى ـ قد تثبت فائدتها لعلاج أورام جين BRAF الطافر في تركيبة مع مثبطات BRAF، ويُحتمل أن تمنع المقاومة.

Copper is required for oncogenic BRAF signaling and tumorigenesis

D Brady *et al*

doi:10.1038/nature13180

علوم الأرض

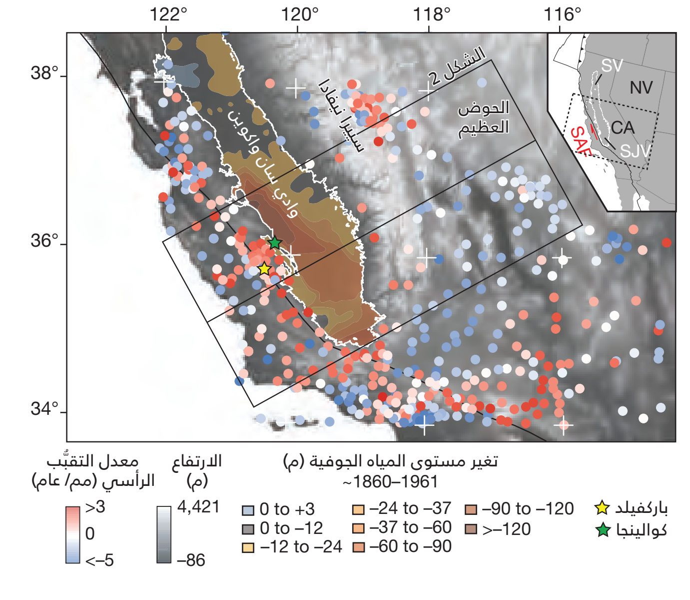
نفاد المياه الجوفية قَبَّبَ وَسَط كاليفورنيا

بالضخ والري والبَخْر النتحي، فَقَدَ وادي كاليفورنيا المركزي حوالي 160 كيلومترًا مكعبًا من المياه الجوفية. وقد استخدم كولن أموس وزملاؤه قياسات نظام التموضع الكوكبي (GPS) لتشوه الأرض رأسيًّا؛ لإظهار أن نطاقًا واسعًا من تقبُّب الصخور يحيط بوادي سان جوكوين بالجزء الجنوبي من حوض الوادي المركزي. ويتطابق التقبب المرصود تقريبًا مع طَيَّةٍ، تنبأ بها نموذج مرونة بسيط، تحركه المعدلات الحالية لفقدان مخزون المياه بالوادي. يرى الباحثون أن مثل هذا التقبب الموسمي للنطاقات الساحلية يخفض الإجهاد الطبيعي الفعال الذي حُسِم بصدع سان أندرياس المجاور، والذي قد يفسر بعض التعديلات السنوية للنشاط الزلزالي الملحوظ بهذه المنطقة. يستخلص الباحثون كذلك أن التقبب المعاصر المرصود بجنوب سييرا نيفادا، والمنسوب سابقًا إلى قوى تكتونية، و/أو مشتقة من الوشاح الصخري، يمكن اعتباره جزئيًّا من تبعات الاستنفاد البشري للمياه الجوفية.

Uplift and seismicity driven by groundwater depletion in central California

C Amos *et al*

doi:10.1038/nature13275



الشكل أسفله | المعدلات الرأسية المعاصرة وانخفاض المياه الجوفية. خريطة معدلات التقبب الرأسية من محطات نظام التموضع الكوكبي GPS (دوائر) تغطي كاليفورنيا وغرب الحوض العظيم. تُظهر المحطات بالوادي إشارات أكبر بشكل شاذ، واستبعدت تأثيرات الري المحلية. تظهر خطوط الكونتور تغيرات تاريخية بالمياه الجوفية الحبيسة العميق. تصف الصورة المُلَطَّفَة الهيئة التكتونية لحوض المياه الجوفية بالوادي المركزي (SV: وادي ساكرامانتو، SJV: وادي سان واكين)، وصدع سان أندرياس (SAF).

علم الأعصاب

إزالة تثبيط العصبونات البينيّة في التعلم

يُعتقد أن تكون اللدونة المعتمدة على الخبرة داخل الدارات الدقيقة العصبونية مكونًا حاسمًا في التعلم والذاكرة، ولكنْ لم يكن ممكنًا استكشاف هذه الدارات بدقة إلا في الآونة الأخيرة. وباستخدام طريقة تكييف الخوف السمعية الكلاسيكية في الفئران كمنظومة نموذجية، حدد أندرياس لوتي وزملاؤه آليَّتين متميِّزتين مرتبطتين بالتعلم لإزالة التثبيط، تشملان تجمعات عصبونية بينيّة متميزة. وباستهداف أنواع عصبونية بينية محددة للتحليل الفسيولوجي والوراثي البصري بالجسم الحي للفئران حرة الحركة، أظهر الباحثون أن العصبونات البينية المعبِّرة لبروتين الزُّلَال القصير المقيّد للكالسيوم parvalbumin تزيل تثبيط عصبونات اللوزة المخية الأساسية بالحدّ من إطلاق تجمُّعات ثانية من العصبونات البينية (المعبِّرة للسوماتوستاتين) المعروفة بالتشابك المباشر بالخلايا العصبية الأساسية. يُرَجِّح الباحثون أن التعديل التبايني للعصبونات البينية PV^+ وSOM^+ في هذه الدارة الدقيقة قد يسمح بالتنظيم المرن للتعلم، وفقًا للسياق السلوكي، والحالة الداخلية للحيوان.

Amygdala interneuron subtypes control fear learning through disinhibition

S Wolff *et al*

doi:10.1038/nature13258

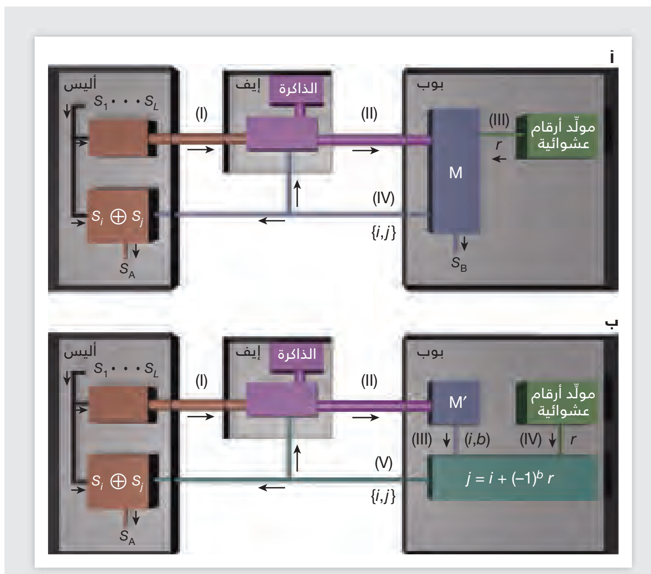
تغيُّرات يُحْدِثها الكوكايين في الدماغ

يُعتقد أن عقاقير الإدمان تختطف الدّارات العصبية بمراكز الدماغ التكاملية، مثل النواة الكاذبة، التي ترسل إشارات إلى مختلف مناطق الدماغ؛ للسيطرة على الاستجابات السلوكية. والإشارات المرتبطة بالمخدرات يمكن أن تصبح مُطلِقات قوية للسلوك الساعي للمخدرات (الإدماني) بسبب هذه التلاعبات، مما يزيد فرصة الانتكاس بعد وقْف تعاطي المخدرات. وهنا حدَّد كريستيان لوشر وزملاؤه تغيرات مستحثة بالكوكايين في مسارات عصبية محددة في انبعاثات من قشرة الفص الجبهي أو الحصين (قرن آمون البطني)، تتفاعل مع تجمعات دوبامينية منفصلة في النواة الكاذبة للفئران. والتلاعب باللدونة المستحثة بالمخدرات داخل هذين المسارين يلغي السلوك الساعي للمخدرات، بينما تعطيل اللدونة بمسار واحد فقط يُضْعِف تمييز الاستجابة للمخدرات أو نشاط الاستجابات للإشارة. تكشف هذه النتائج أن آليات اللدونة الكامنة وراء تكامل المعلومات لدى النواة الكاذبة تُظْهِر كيف أن مخدرات معينة كالكوكايين تبدِّل اللدونة إلى إتاحة بالانتكاس.

Contrasting forms of cocaine-evoked plasticity control components of relapse

V Pascoli *et al*

doi:10.1038/nature13257



المعلوماتية الكَمِّيّة

تشفير كَمِّيّ آمِن، وأكثر كفاءة

في التشفير الكمي، يمكن لجسيمين تبادل معلومات مشفرة في أطوار كمية بمعزل عن الجسيمات الأخرى، وذلك لأن أي محاولة للإصغاء ستسبب اضطرابًا قابلًا للاكتشاف، ومرتبطًا بكمية معلومات تم اعتراضها، لكن ينبغي التضحية بجزء من المعلومات المتبادلة، واستخدامه لتقدير أي تَنَصُّت محتمَل. يضع هذا الحل الوسط حدًّا لكفاءة تبادل المعلومات بشكل آمن. وقد أظهر ماساتو كواشي وزملاؤه نهجًا جديدًا يَستغنِي عن تلك الخطوة الأخيرة. يعمل البروتوكول الجديد من خلال نشر معلومات كَمِّيَّة عبر مئات المنظومات الكمية باستخدام نبضات ليزرية. ويمكن لمتنصِّت اعتراض قليل من البِتّات، لكن العشوائية الكامنة تجعل من المستحيل ـ تقريبًا ـ تحديد مفتاح التشفير. ويمكن لاستخدام ليزر تقليدي وإلغاء تكاليف المراقبة الأمنية أن يجعلا من هذا النهج طريقة عملية للغاية.

Practical quantum key distribution protocol without monitoring signal disturbance

T Sasaki *et al*

doi:10.1038/nature13303

الشكل أعلاه | الفكرة الأساسية وراء مخطط توزيع المفتاح الكمي (QKD) المقترَح.

أ،ب، تدفق إشارات كمية عبر خطوط غليظة وإشارات تقليدية عبر خطوط رقيقة، في الترتيب الموضح بالأرقام الرومانية. تحاول 'إيف' تخمين البِت الخاصة بـ'أليس' (SA = Si ⊕ Sj) بكلا الشكلين، حيث أعلن بوب عن المؤشرين {i,j}. في **أ**، أجرى 'بوب' القياس M متبعًا مُولِّد أرقام عشوائية؛ لتخمين SA. في **ب**، أجرى 'بوب' القياس ′M قبل استخدام مُولِّد الأرقام العشوائية، مما يجعل من الصعب على أي شخص تخمين SA. ولأن إجراءات توليد المؤشرين {i,j} في كلا الشكلين متماثلة، ينبغي أن تعمل كل استراتيجية استخدمتها 'إيف' في (**أ**) بطريقة جيدة على قدم المساواة في (**ب**).

بيولوجيا الخلية

دور خلايا هَرِمَة في الشيخوخة

المعلوم قليل نسبيًّا عن البيولوجيا الأساسية للخلايا الشائخة، لا سيما في الجسم الحي، لكن هناك أدلة متزايدة على أن شيخوخة الخلية تؤدي دورًا في الشيخوخة والأمراض المرتبطة بالعمر، أثارت اهتمامًا بالموضوع. وهنا، يراجع يان ڤان ديورسن أعمالًا حديثة بشأن دور الخلايا المُسِنَّة في الشيخوخة. تشير نتائج جديدة إلى أن الشيخوخة ليست نقطة نهاية خلوية ساكنة، بل هي سلسلة ديناميكية من الحالات الخلوية المرتبطة بإصلاح الأنسجة والسرطان، فضلًا عن التقدم في السن. يمضي ڤان ديورسن قُدُمًا.. فيناقش الكيفية التي بها يمكن استغلال المعلومات الجديدة الناشئة لتصفية التجمُّعات الخلوية الشائخة الضارة انتقائيًّا؛ لأجل تحسُّن العمر صحيًّا.

The role of senescent cells in ageing

J Deursen

doi:10.1038/nature13193

علم المناعة

تجدُّد الخلايا التائية في الغدة الصعترية

في الغدة الصعترية، تتطور الخلايا التائية من خلايا أسبق تحل محلها باستمرار خلايا سلف نخاع العظام القادمة حديثًا. وأظهر هانز رايمر رودڤالد وزملاؤه أن هذا نتيجة منافسة بين الخلايا 'القديمة' و'الجديدة'. وفي غياب المنافسة بين الخلايا، عندما يتعطل تدفق خلايا السلف الجديدة لنخاع العظام في الفئران، تعيد الخلايا القديمة اكتساب القدرة على تجديد الذات، وتصبح في نهاية المطاف متحولة؛ مما يؤدي إلى نشوء سرطان الدم الليمفاوي الحاد للخلايا التائية (T-ALL) يشبه نسخة المرض البشرية. وفي الوقت نفسه، هناك تغيرات في التعبير الجيني، وظهور الطفرات

الوراثية التي غالبًا ما توجد أيضًا في سرطان الدم الليمفاوي الحاد للخلايا التائية البشرية. وبالتالي، فالمنافسة الخلوية قد تعمل كآلية كابحة للورم. ويمكن أيضًا لهذا العمل أن يفسِّر لوكيميا الخلية التائية التي نوقشت كثيرًا، وتُرى في مرضى نقص المناعة الشديد المرتبط بكروموزوم X بعد العلاج بأسلاف خلايا ذاتية المنشأ مصحَّحة جينيًّا.

Cell competition is a tumour suppressor mechanism in the thymus

V Martins *et al*

doi:10.1038/nature13317

البيولوجيا العصبية

بناء الحاجز بين الدم والدماغ

يؤدي الحاجز بين الدم والدماغ وظيفة حيوية في الحفاظ على البيئة الضرورية لوظيفة الدماغ، لكنه عقبة، كأداء للعلاجات الموجهة إلى الدماغ. وكانت دراستان نُشرتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» قد أوردتا انخراط جزيء *Mfsd2a* ـ عضو فصيلة ميسرة كانت تعتبر سابقًا ناقلة يتيمة ـ في جانبين لوظيفة الحاجز بين الدم والدماغ. حدد ديفيد سيلفر وزملاؤه أن جزيء *Mfsd2a* هو الناقل الرئيس لامتصاص حمض أوميجا الدهني دوكوساهيكسانويك (DHA) في الدماغ. ويتم تعبير جزيء *Mfsd2a* حصريًّا في بطانة الحاجز بين الدم والدماغ، والفئران المحذوف منها جين *Mfsd2a* لديها مستويات منخفضة من حمض دوكوساهيكسانويك في الدماغ، وفقدان العصبونات، وانخفاض حجم الدماغ ووظيفته. وقد وجد جو تشينجهوا وزملاؤه دورًا لجزيء *Mfsd2* كمنظم لتطور ووظيفة الحاجز بين الدم والدماغ، حيث يصبح الحاجز 'راشحًا' في فئران تفتقد *Mfsd2a*، ربما نتيجة زيادة النقل الحويصلي العابر للخلايا.

Mfsd2a is a transporter for the essential omega-3 fatty acid docosahexaenoic acid

L Nguyen *et al*

doi:10.1038/nature13241

Mfsd2a is critical for the formation and function of the blood–brain barrier

A Ben-Zvi *et al*

doi:10.1038/nature13324

البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة YidC من بكتيريا هيلودورانس العَصَوِيَّة

إنّ بروتين 'YidC' البكتيري ـ وهو نظير بروتين الميتوكوندريا Oxa1 وبلاستيدات Alb3 الخضراء ـ ليس مجرد مرافق يُسَهِّل الطَّيّ السليم وطوبولوجيا الغشاء لركائزه من بروتينات الغشاء، بالتعاون مع آلة 'Sec'. إنه يدرج أيضًا عدة بروتينات غشائية مفردة أو مزدوجة الامتداد في الغشاء بشكل مستقل عن آلة 'Sec'. وقد قَدَّمَ أوسامو نوريكي وزملاؤه بِنْيَةً طال انتظارها لبروتين 'YidC'، تتيح تَبَصُّرًا بدور ثان لهذا البروتين الغشائي. توضح البِنْيَة أن بروتين 'YidC' لا يتَّخذ معمارًا شبيهًا بقناة توصيل عديد الببتيد، بل تشكِّل طيّة جديدة ضمن البروتين ثلمًا مُحِبًّا للماء موجب الشحنة. ويكشف تحليل الباحثين الوظيفي بنيويّ الأساس أن التفاعلات الكهروستاتيكية بين بقايا الأرجنين ـ المحفوظة في الثلم والمخلفات الحمضية بمنطقة النهاية الطرفية النيتروجينية لبروتين الركيزة ـ أساسية لإدراج الركيزة داخل الغشاء بواسطة 'YidC'.

Structural basis of Sec-independent membrane protein insertion by YidC

K Kumazaki *et al*

doi:10.1038/nature13167

بِنْيَة مضخّة تدفُّق AcrAB-TolC

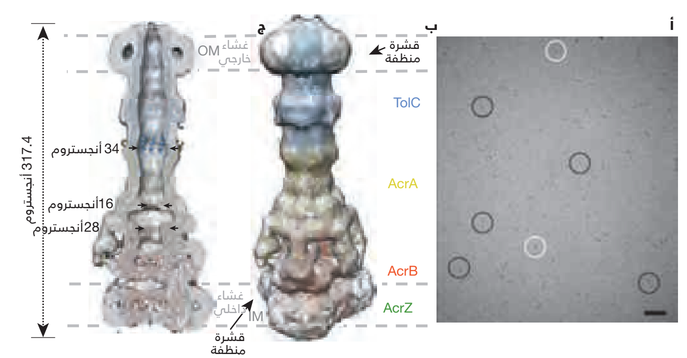
هناك أنواع بكتيرية عديدة قادرة على البقاء في وجود المضادات الحيوية والمُرَكّبات السامة الأخرى، لأنها تمتلك مضخات عبر الأغشية معتمدة على الطاقة متعددة الاستخدامات. فمثلًا، مضخة تدفق AcrAB-TolC ـ الممتدة عبر أغشية البكتيرية الداخلية والخارجية ـ قادرة على نقل مجموعة واسعة من الجزيئات الصغيرة/العقاقير غير المتصلة بنيويًّا من بعض أنواع البكتيريا سلبية الجرام. تتألف المضخة من قناة غشاء خارجي (TolC)، وناقل ثانوي (AcrB؛ الموجود بالغشاء الداخلي)، وAcrA، وهو بروتين محيط بالغشاء البلازمي، يعمل جسرًا لهذين البروتينَيْن الغشائيين التكامليَّيْن. وفي هذه الدراسة، حل الباحثون البِنْيَة البلورية بالأشعة السينية لبروتين AcrB المقيد إلى بروتين AcrZ (بروتين صغير يبدو أنه يغيِّر تفضيلات ركيزة AcrB) وبِنْيَة مجهرية الإلكترون بتبريد العينة لكامل مضخة التدفق ذات الكتلة الجزيئية 771 كيلو دالتون.

Structure of the AcrAB–TolC multidrug efflux pump

D Du *et al*

doi:10.1038/nature13205

الشكل أسفله | صور بمجهرية إلكترون تبريد العيِّنة، ونموذج ذري وهمي لمضخة تدفق الدواء. أ، صورة خام أولية ممثلة لمضخة منقاة. دوائر بيضاء تشير إلى جسيمات ذات محور طويل عمودي تقريبًا على مستوى المشاهدة؛ ودوائر سوداء تظهر جسيمات ذات محور طويل موازٍ لمستوى المشاهدة. قياس البار، 50 نانومترًا. **ب**، الخريطة المعاد بناؤها ونموذج ذَرِّي وهمي. البروتينان TolC وAcrBZ هي بروتينات تتكون من ثلاث مونومرات متماثلة، تشمل ست وحدات هيكلية للمعقد الجزيئي قليل الوحدات 'oligomer' وهو مركب يتكون من عدد محدود من الوحدات الهيكلية من AcrA لتشكيل مجمعًا بكتلة بروتين 771 كيلو دالتون. لدى AcrA بنية مركبة من أربعة نطاقات متقطعة خطيًّا، متصلة بواسطة رابطات مرنة. **ج**، شريحة عبر إعادة التركيب والنموذج، تظهر قناة مستمرة تنطلق من قمع AcrB عبر مجال بورين TolC. IM: غشاء داخلي؛ OM: غشاء خارجي.



التغير المناخي

انحسار الجليد البحري يعزِّز البَخْر السطحي

من المتوقع أن يزيد هَطْل القطب الشمالي بأكثر من المتوسط العالمي أثناء القرن الحالي. ويُعزى هذا الاتجاه أساسًا إلى زيادة انتقال الرطوبة نحو القطب من خطوط العرض الأدنى. ومؤخرًا، استخدم ريتشارد بنتانجا، وفرانك سيلتن نماذج مناخية تشير إلى أن ارتفاع البخر المحلي هو الدافع ـ في الواقع ـ وراء ارتفاع الهَطْل، وهو ما يرتبط ـ بدوره ـ بانخفاض الجليد البحري بالقطب الشمالي، واحترار القطب الشمالي عمومًا. ورغم أنها أوّلية وغير مؤكدة، قد تكون للنتائج آثار مترتبة على معدل ارتفاع مستوى سطح البحر، وقوة الدوران المحيطي.

Future increases in Arctic precipitation linked to local evaporation and sea-ice retreat

R Bintanja *et al*

doi:10.1038/nature13259

الجينوميّات

فرز جينومي فعّال للحذف الجيني

أصبح التعديل المستهدِف للجينات الفردية روتينيًّا، مع توافر عدة استراتيجيات بديلة، ولكن إحراز تقدم نحو فرز واسع النطاق على أساس خسارة كاملة للتعبير الجيني كان بطيئًا. والفرز المنظم على أساس مجموعات الحمض النووي الريبي الجينومية الفرعية (sgRNA) هو استراتيجية واعدة. وهنا قدَّم يوزين جو وزملاؤه بيانًا عمليًّا لإثبات صحة مفهوم فرز الحذف الجيني في الثدييات باستخدام مكتبة المجموعات الجينومية الفرعية للحمض النووي الريبي (sgRNA) الفيروسية العدسية المستندة إلى أداة التعديل الجينومي 'كرسبر/كاس' CRISPR/Cas في الخلايا البشرية، ووسيلة لتحديد الجينات على أساس فرز وظيفي وتحليل فك التتابع عالي الإنتاجية. ويمكن أن تجد تحسينات هذه التقنية تطبيقًا واسعًا في دراسة وظائف وأمراض الجينات.

High-throughput screening of a CRISPR/Cas9 library for functional genomics in human cells

Y Zhou *et al*

doi:10.1038/nature13166

البيولوجيا الجزيئية

جزيء IL-10 المضاد للالتهابات بغشاء الأمعاء

الخلايا الظهارية المعوية (IECs) حاسمة لتوازن الأغشية المخاطية، حيث تعمل كحاجز مادي، وتنظِّم استجابات الخلايا المناعية المخاطية للعوامل البيئية. تُظْهِر هذه الدراسة أن بروتين CD1d السكري ـ المنخرط في تقديم المستضدات الشحمية ـ يستحث مسارًا ذاتيًّا لمناعة الأغشية المخاطية الواقية داخل ظهارة الأمعاء. وتتوسَّط المسار سيتوكينات تنظيمية وبروتينات الصدمة الحرارية، وتتداخل مع أي جزيئات معنية (تشمل IL-10، CD1d، HSP-110) مرتبطة بالتهاب الأمعاء المنفلت. قد تكون لهذه النتائج أهمية لمرض التهاب الأمعاء وحالات مرضية مماثلة.

Protective mucosal immunity mediated by epithelial CD1d and IL-10

T Olszak *et al*

doi:10.1038/nature13150

الفيزياء الفلكية

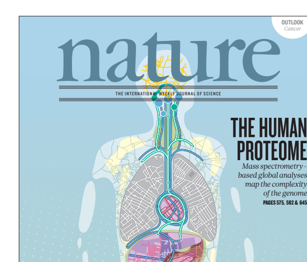
من نجم وولف رايت إلى سوبرنوفا IIb

نجوم وولف رايِت هي أجرام ضخمة مجرَّدة من غلافها الخارجي الغني بالهيدروجين، وهي واحدة بين عدة مرشحين كأسلاف سوبرنوفا (المستعر الأعظم) لانفجارات من نوع IIb، و Ib، وIc. تُورِد هذه الدراسة اكتشافًا لخطوط انبعاث قوية في الطيف المبكر ـ بعد 15 ساعة فقط من الانفجار ـ لسوبرنوفا SN 2013cu من نوع IIb مما يتسق مع كون نجم وولف رايِت سَلفًا. ومدى رياح السوبرنوفا الكثيفة هذه يعني زيادة محتمَلة لفقدان الكتلة من السَلف قبل الانفجار بفترة قصيرة، وهذا ينسجم مع أحدث تنبؤات نظرية. ويشير مقالٌ مُرَافِق لهذه الدراسة في 'أنباء وآراء' بدوريّة "نيتشر" إلى أن الاكتشافات الجديدة هي أكبر دليل مباشر حتى الآن على أن تلك النجوم الضخمة تنتهي حياتها، متحولةً إلى سوبرنوفا.

AWolf–Rayet-like progenitor of SN2013cu from spectral observations of a stellar wind

A Gal-Yam *et al*

doi:10.1038/nature13304



غلاف عدد 29 مايو 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 29 مايو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

البروتيوميات

رسم خريطة البروتيوم البشري

بعد أكثر من عقد على نشر مسودة فك تتابعات الجينوم البشري، ليس هناك مُعَادِل [مباشر!] للبروتيوم البشري (خريطة بروتينات الخلية البشرية)، لكنّ فريقين بحثيّين نشرا مؤخرًا بدوريّة "نيتشر" نتائج عملهما في تطوير موارد تفاعلية على شبكة الإنترنت، تغطي إجمالًا جزءًا كبيرًا من البروتيوم البشري. قدّم أخيليش باندي وزملاؤه مشروع مسودة خريطة البروتيوم البشري بناءً على مطياف كتلة تحويل "فورييه" عالي الاستبانة. ورسموا ملامح دقيقة لسبعة عشر نسيجًا من أنسجة أفراد بالغين طبيعيين، و7 أنسجة جنينية، و6 خلايا أوّلية منقّاة منتجة للدم، وحددوا وذَيَّلوا بالشرح بروتينات ترمز بواسطة 17294 جين. تشمل هذه التغطية أكثر من 80% من الجينات المُذَيّلة والمرمِّزة للبروتينات البشرية. اكتشف الباحثون مناطق ترميز بروتين جديدة، تشمل جينات زائفة مترجَمة، وأحماضًا نووية ريبيّة غير مرمِّزة. ومجموعة البيانات متاحة على موقع: www.humanproteomemap.org. جمّع برنهارد كوستر وزملاؤه مسودة لخريطة البروتيوم البشري، أساسها مطياف الكتلة، بحيث جمعوا بين بيانات منشورة سابقًا، وأخرى جديدة من الأنسجة البشرية، وخطوط الخلايا، وسوائل الجسم، وصمموا قاعدة بيانات متاحة للجمهور لتحليلها. ولَدَى مجموعة بيانات البروتيوميات Proteomics DB (متاحة على موقع: www.proteomicsdb.org) حاليًا أدلّة حول بروتينات 18 ألف جين بشري، منها مجموعة أساسية من نحو 12 ألف بروتين تُعبِّر في أنسجة مختلفة عديدة.

A draft map of the human proteome

M Kim *et al*

doi:10.1038/nature13302

Mass-spectrometry-based draft of the human proteome

M Wilhelm *et al*

doi:10.1038/nature13319

علوم الكواكب

3 أنظمة لأنصاف أقطار كواكب غير شمسية

بعد فترة وجيزة من اكتشاف أول الكواكب خارج المجموعة الشمسية، رُؤِيَ أن "معدنية" أو نسب معادن النجم المضيف ـ وفرة عناصره الأثقل من الهيدروجين والهيليوم ـ لها دور في تشكيل المنظومات الكوكبية. وهنا، يُورِد لاس بوكيڤِه وزملاؤه نسبة معادن ومعاملات نجمية أخرى لأكثر من 400 نجم تستضيف 600 مرشح كوكبي خارج المجموعة الشمسية، ووجدوا أن الكواكب خارج المجموعة الشمسية يمكن تصنيفها إلى ثلاث مجموعات محددة، تُعرَّف بمناطق "معدنية" متميزة إحصائيًّا، وأنصاف أقطار الكواكب. والمجموعات الثلاث هي: كواكب خارج المجموعة الشمسية شبيهة بالكواكب الأرضية، وكواكب خارج المجموعة الشمسية غازية قزمية بلب صخري وأغلفة هيدروجين/هيليوم، وكواكب خارج المجموعة الشمسية عملاقة جليدية/غازية.

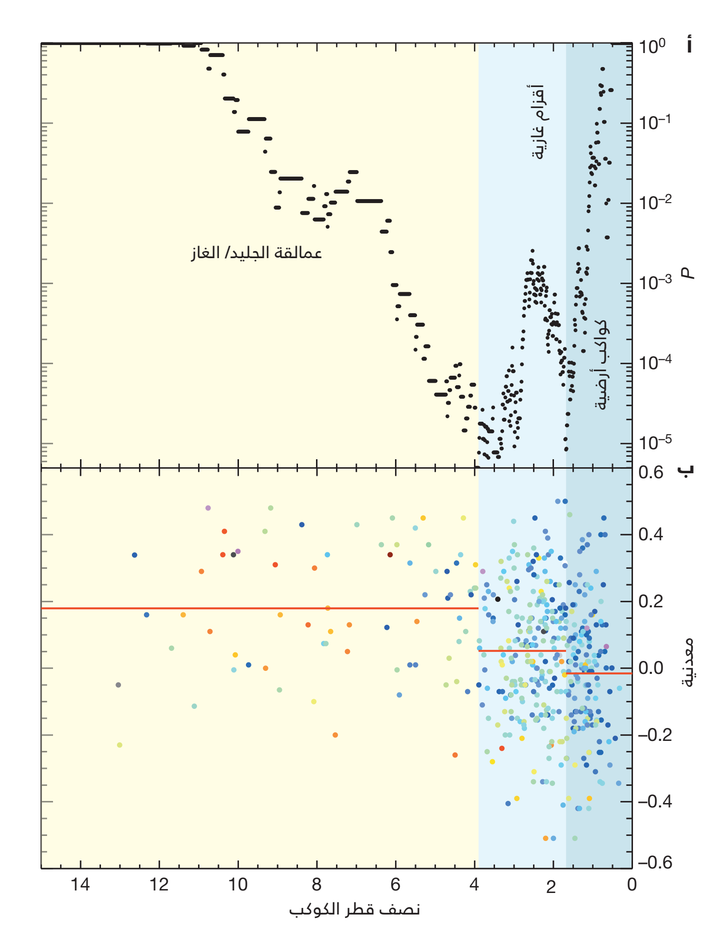
Three regimes of extrasolar planet radius inferred from host star metallicities

L Buchhave *et al*

doi:10.1038/nature13254

الشكل أسفله | تمعدنات النجم المُضيف وثلاثة أنواع من الكواكب خارج المجموعة الشمسية بتكوينات مختلفة.

أ، قيمة P لاختبار كولموجوروف–سميرنوف لعينتين. **ب،** أنصاف أقطار الكواكب الفردية وتمعدنات النجوم (وفرة عناصرها الأثقل من الهيدروجين والهيليوم) المُضيفة لها. يمثل لون النقطة لوغاريثم فترات الكواكب (الأزرق: الفترة الأقّل؛ الأحمر: الفترة الأطول). الخطوط المصمة الحمراء هي التمعدنات المتوسطة بالمناطق الثلاث (- 0.02 ± 0.02 و0.05 ± 0.01 و 0.18 ± 0.02 ديكس، حيث يساوي كل عدم تَيَقُّن 1 خطأ معياريًّا للوسيط s.e.m. لتمعدنات النجم المضيف بالخانة المناظرة).



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيولوجيا الجزيئية

RsmZ حمض نووي له شهية للبروتين

تشمل الفوعة البكتيرية نظامًا عامًّا للتنظيم بعد النسخي بواسطة الأحماض النووية الريبية غير المرمِّزة، مثل RsmZ، الذي يحجز البروتينات المثبطة (عادة بروتين RsmE من نوع CsrA)، وبذلك يحرر أهدافها من جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال (mRNAs)، ويعزز تنشيط الترجمة. باستخدام الرنين المغناطيسي النووي (NMR) ومطياف الرنين البارامغناطيسي بالإلكترون النابض، حدَّد فريديريك ألان وزملاؤه كيف تتجمع مثنويات (دايمرات) RsmE على RsmZ؛ لتشكيل جسيم بروتين نووي ريبوزي بكتلة جزيئية قدرها 70 كيلو دالتون، ويحميه من التحلل. تُظْهِر بياناتهم كيف يحجز RsmZ البروتينات ويخزِّنها ويحرِّرها، عاملًا بمثابة 'إسفنجة' بروتين فاعلة.

Structural basis of the non-coding RNA RsmZ acting as a protein sponge

O Duss *et al*

doi:10.1038/nature13271

الفيزياء

عَزْم مهم لتماثل المادة والمادة المضادة

رغم أنها أقل ظهورًا من تجارب السنكروترون الكبيرة، لا يزال بإمكان قياسات الثوابت الأساسية أو الخواص الذرية أن تُحدِث إسهامات قيِّمة في البحث عن قوانين فيزيائية تتجاوز النموذج المعياري، إذا كانت دقة القياس عالية بدرجة كافية. فقد حدَّد أندرياس موزر وآخرون العزم المغناطيسي لبروتون بدقة غير مسبوقة. وتم إجراء القياس باستخدام فخ بِنِنج Penning مزدوج، وهو نظام يُحصَر فيه أيون مفرد، ويعالَج في مجال مغناطيسي متجانس قوي. إنّ هذا العمل ـ باقترانه بالقياس المباشر للعزم المغناطيسي لمضاد البروتون ـ سيمهد الطريق لاختبار صارم لتماثل المادة والمادة المضادة.

Direct high-precision measurement of the magnetic moment of the proton

A Mooser *et al*

doi:10.1038/nature13388

علوم الجليد

الجليد البحري ينكمش بسبب موجات المحيط

يتراجع الجليد البحري بالقطب الشمالي. وفي القطب الجنوبي يتراجع ببعض الأماكن، ويتمدد بأخرى. وهذه التغيرات لم تُفسَّر بالشكل الوافي. فأحد العوامل هو موجات المحيط، حيث تنحو نحو زعزعة استقرار الجليد البحري وتفتيته، لكن افتُرِض أن تأثيراتها ـ في غياب قيود رصد راسخة ـ تتلاشى بمعدلات دالة أُسِّيّة عند حافة الجليد. استخدمت آليسون كوهوت وزملاؤها مشاهدات من القطب الجنوبي؛ لإظهار أن التأثير المدمِّر للموجات التي يفوق ارتفاعها ثلاثة أمتار تَضعُف خطيًّا فقط. ويمكن أن يُرى تأثيرها السلبي على بعد مئات الكيلومترات من حافة الجليد. وتشير النتائج إلى أن موجات المحيط والعواصف التي تولِّدها قد تلعب دورًا في الاتجاهات الإجمالية للجليد البحري والتغير الحَيِّزي، أكثر أهميةً مما كان يُعتقد سابقًا.

Storm-induced sea-ice breakup and the implications for ice extent

A Kohout *et al*

doi:10.1038/nature13262

الشكل أعلاه | موقع انتشار ومسار كل مجسّ موجي. تبين العلامات المستديرة الكبيرة أين ومتى (اليوم والشهر بإحداثيات التوقيت العالمي) تم نشر كل مجسّ موجي. تبين العلامات المربعة المفتوحة أين ومتى توقَّف كل مجسّ عن البث. تشير العلامات المستديرة الصغيرة إلى مواضع المجسّات في تواريخ محددة.الصورة المُلصَقة، موضع التجربة على مقياس أكبر، يوضح المربع الأحمر الشكل الرئيس. متوسط تركيزات الجليد البحري بين 23 سبتمبر، و2 أكتوبر 2012 مبينة بحيث يمثل الأبيض تركيز 100% من الجليد البحري، ويمثل الأزرق مياهًا مفتوحة.

نظم البيئة

أستراليا تقود امتصاص الكربون

تمتص اليابسة والمحيطات حوالي نصف انبعاثات الكربون بشرية المصدر. والفَهْم الكامل لتلك العملية مهم للتنبؤ بتركيزات غازات الاحتباس الحراري في المستقبل، وكذلك تغيُّر المناخ. تبحث هذه الدراسة في أكبر امتصاص لكربون اليابسة منذ بدأ قياس ثاني أكسيد كربون الغلاف الجوي في عام 1958. وتشير ثلاث طرق مختلفة لحساب موازنة مخزون الكربون العالمي إلى بالوعة كبيرة استثنائيًّا لكربون اليابسة، استجابة لهَطْل أمطار ظاهرة لانينا La Niña الاستثنائية بالمناطق شبه القاحلة بنصف الأرض الجنوبي، مع حوالي 60% من امتصاص الكربون، يُعزى إلى النظام الإيكولوجي الأسترالي، وازدياد حساسية صافي امتصاص الكربون القارِّي لهَطْل الأمطار. كان يُعتقد أن الغابات المطيرة الاستوائية تهيمن على العمليات الأرضية التي تحرك تقلُّب دورة الكربون العالمية بين السنوات، لكن هذا العمل يشير إلى أن مناطق الإحياء الحيوي biomes شبه القاحلة قد تصبح هي المحركات المهيمنة في المستقبل.

Contribution of semi-arid ecosystems to interannual variability of the global carbon cycle

B Poulter *et al*

doi:10.1038/nature13376

بيولوجيا السلوك

عصبونات تتوسط السلوك العدواني

في الوطاء البطني الوسطي بدماغ الفأر، هناك تجمعات مختلطة من العصبونات، تتمايز بالتعبير عن مستقبِل هرمون الإستروجين، Esr1. وكشفت أبحاث سابقة أن عصبونات مستقبِل هرمون الإستروجين $Esr1^+$ يمكنها استهلال السلوك العدواني عندما تُنشَّط اصطناعيًّا. وهنا، يوسع ديفيد أندرسن وزملاؤه نطاق تلك النتائج؛ ليبرهن على وجود استجابة سلوكية متدرجة لتنشيط هذه العصبونات بامتداد سلسلة متصلة من السلوك الاجتماعي. يمكن للتنشيط الضعيف استهلال معاينة عن كثب أثناء مواجهة يمكن أن تؤدي إلى سلوكيات ذكورية متصاعدة تجاه أيٍّ من الجنسين، مع مزيد من التحفيز (الاستثارة). ينتقل السلوك المتصاعد إلى هجمات عدوانية، وبكثافة استثارة أكبر. وبالتالي، تكشف هذه البيانات الدّارة التي تتحكم في طبيعة مجموعة سلوكيات اجتماعية على نحو قابل للتصاعد، على أساس مستويات نشاط العصبونات.

Scalable control of mounting and attack by $Esr1^+$ neurons in the ventromedial hypothalamus

H Lee *et al*

doi:10.1038/nature13169

علم الحشرات

عامل تأنيث دودة القز

أجاب سوسومو كاتسوما وزملاؤه عن سؤال حيَّر علماء وراثة الحشرات لأكثر من ثمانية عقود: كيف يمكن أن يحدد كروموزوم W الأنوثة في دودة القز، بومبِكس موري *Bombyx mori*، والعديد من حرشفيات الأجنحة (رتبة حشرية) الأخرى. في هذا النظام، للذكور اثنان من الكروموزومات الجنسية Z، وللإناث كروموزوم Z واحد، وكروموزوم W واحد. أظهر الباحثون أن عامل التأنيث هو حمض piRNA النووي الريبي (المتفاعل مع PIWI)، المشتق من كروموزوم W مفرد. يُسكِت الحمض النووي الريبي (piRNA) ناتج جين موجود على كروموزوم Z (يُسمى *Masc* ويُرمِّز بروتين إصبع الزنك من نوع CCCH). بدوره، هذا الإسكات مهم لإنتاج الأشكال الإسويّة الخاصة بالأنثى من جين الجنس المزدوج (Bmdsx) الذي يعمل في نهاية التدفق باتجاه التيار لتسلسل تمايز الجنس في الجنين. وفي أجِنّة الذكور، يتحكم بروتين Masc في تعويض الجرعة والذكورة.

A single female-specific piRNA is the primary determiner of sex in the silkworm

T Kiuchi *et al*

doi:10.1038/nature13315

التطور

أسماك القرش الحالية ليست حفريات حيّة

يُسمى السمك الغضروفي ـ مثل سمك القرش، والشفنين، والورنك ـ بذلك المسمَّى، لأن هيكله مُكوَّن من غضاريف في المقام الأول، عوضًا عن العظام الأشد قسوة. وكون العديد من سمك القرش اليوم يبدو إجمالًا مشابهًا لحفريات سمك القرش يكوِّن انطباعًا بأنها "حفريات حية"، مما يعني أنها تحتفظ في تشريحها ببعض الحالة البدائية. وتضيف هذه الدراسة جديدًا إلى مجموعة متزايدة من الأدلة، على أن ذلك بعيد عن الحقيقة. ويصف الباحثون الهيكل الخيشومي لحفرية قرش مبكرة للغاية تحمل شبهًا لافتًا بالهياكل الخيشومية لسمك أُوستيتشثيان osteichthyan (سمك عظمي)، مما يبيّن أن الترتيب في سمك القرش الحديث يعكس ابتكارًا تطوريًّا، وليس ركودًا مورفولوجيًّا.

A Palaeozoic shark with osteichthyan-like branchial arches

A Pradel *et al*

doi:10.1038/nature13195

البيولوجيا الحِسِّيّة

خلايا ميركل غير العصبية تُواصِل الاتصـال

توجد خلايا ميركل (المعروفة أيضًا بخلايا ميركل رانفيه) في بشرة الفقاريات.. فهي خلايا غير عصبونية، لكنها قد تُقيم وصلة "شبيهة بالمشبك" مع خلايا مجاورة. ورُؤِيَ أنها مرتبطة بالإحساس باللمس، لكن إثبات ذلك كان صعبًا، وظل مثيرًا للجدل. ومؤخرًا، قدم فريقان بحثيان أدلة واضحة على أن خلايا ميركل هي مجسّات استشعار ميكانيكية مستقلة وأساسية لإدراك اللمس الرقيق حِسِّيًّا. تعبر هذه الخلايا عن قناة الحساسية الميكانيكية Piezo2، التي تسمح لها بالضبط النشط لاستجابات العصبونات الحسية الجسدية للمس. وتتسق هذه النتائج مع نموذج نظام مستقبلات مُرَكب، حيث تساعد خلايا البشرة العصبونات على تمييز مختلف أنواع اللمس، كالرعشة، والتَّمَطُّط، والضغط، وبالتالي فكّ ترميز التفاصيل الدقيقة للأشياء.

Epidermal Merkel cells are mechanosensory cells that tune mammalian touch receptors

S Maksimovic *et al*

doi:10.1038/nature13250

Piezo2 is required for Merkel-cell mechanotransduction

S Woo *et al*

doi:10.1038/nature13251

الشكل أعلاه | نموذج مدخلات خلايا ميركل النشطة في استقبال اللمس. تشوه في الجلد يفتح قنوات التنبيغ الميكانيكي لواردات النوع الأول بطيء التكيف (1) (SAI)؛ لبدء إطلاق جهد الفعل عند مستوى المنبهات الدينامية (2). وجود خلايا ميركل يزيد الإطلاق الدينامي من خلال الآليات المستقلة لقناة الحساسية الميكانيكية Piezo2. ينشط تشوه الجلد قنوات التنبيغ الميكانيكي المعتمدة على Piezo2 في خلايا ميركل (3)؛ لإزالة استقطاب هذه الخلايا، التي تنتج دخول الكالسيوم من خلال قنوات الكالسيوم المنشطة بالجهد الكهربي (Cav) (4)، وإطلاق ناقلات عصبية مجهولة الهوية (5) تُحْدِث الإطلاق المستدام (6). رسم تخطيطي معدل من إيجو وموير.

الجينوميات/ الأحياء المجهرية

العِلّة ليست في التربة

تتحرك الجينات المقاومة للمضادات الحيوية بسهولة بين أنواع بكتيرية غير متصلة في بيئات المستشفيات؛ مما أثار تكهنات بأن تنوعًا لافتًا من الجينات المقاومة في التربة يسهم في زيادة سريان مقاومة المضادات الحيوية من كائنات بيئية إلى كائنات مُمْرِضة، ولكن هذه الدراسة تدحض هذه الفكرة. فقد أجرى كيفن فورسبرج وزملاؤه اختيارات ميتاجينومية (تلوية) وظيفية لمقاومات ضد 18 مضادًا حيويًّا من سلسلة عينات من التربة الزراعية والعشبية، ووجدوا أن بكتيريا التربة نادرًا ما تحتوي على توقيعات تتابعات لتبادل جينات المقاومة بين الأنواع. ويبدو أن كائنات حية معينة، بدلًا من عناصر الحمض النووي المتبادلة أفقيًّا، هي الناشرات الرئيسة لمقاومة المضادات الحيوية في التربة.

Bacterial phylogeny structures soil resistomes across habitats

K Forsberg *et al*

doi:10.1038/nature13377

علم المناعة

اختيار الخلية البائية بالمركز الجرثومي

إنّ التمدد النسيلي ـ الذي تحمل فيه خلايا ليمفاوية بائية مناعية جلوبيولينات مناعية محددة المستضد، تنتشر بمناطق متخصصة من الأنسجة الليمفاوية المعروفة باسم المراكز الجرثومية ـ هو جزء حيوي من ردّ الفعل المناعي. وتكشف هذه الدراسة كيف تتمدد انتقائيًّا وتتنوع خلايا المركز الجرثومي الليمفاوية البائية ذات أعلى ألفة للمستضد. يستجيب التمدد النسيلي للخلية البائية وفرط تطفرها بشكل متناسب مع كمية المستضد الذي تقدمه الخلايا البائية إلى الخلايا التائية الجرابية المساعدة. وتزيد الخلايا المختارة من معدل انقسامها، وتخضع لزيادة الطفرات الجسدية، وبالتالي فإن الخلايا الأعلى ألفةً هي أيضًا المجموعة الأكثر تنوعًا.

Clonal selection in the germinal centre by regulated proliferation and hypermutation

A Gitlin *et al*

doi:10.1038/nature13300

بيولوجيا الخلية

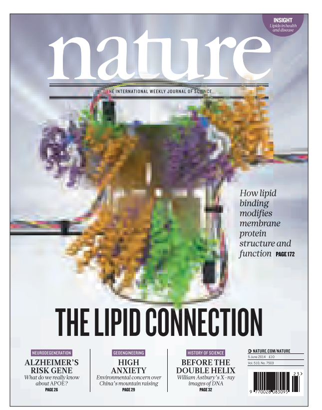
علاج دوائيّ لعودة ضِيق الدعامات

تُعتبر عودة التضيُّق في الدعامات ـ تضيُّق وعاء دموي، أو صمام القلب ـ من أكثر المضاعفات الناتجة عن استخدام الدعامات القلبية (أنابيب معدنية أو بلاستيكية) لعلاج مرض الشريان التاجي. تتسم هذه الحالة بانتشار الخلايا العضلية الملساء، وانتشار خلايا بطانة الشريان العضلية، أو جدار الأوعية الدموية الأعمق. وصّفت زونيا شريبفر وزملاؤها الملامح الأيضية لهذه الخلايا المتكاثرة خلال التشكل، ووجدوا إعادة برمجة مؤقتة للميتوكوندريا وتمثيلًا غذائيًّا (أيضيًّا) متبدّلًا. ووجدوا أن دواء خلات ثنائي الكلور dichloroacetate ـ المعروف بكبحه لنمو الورم ـ يمنع بعض التبدلات الأيضية، ويخفض التضخم العضلي للبطانة الشريانية في عدد من النماذج ما قبل الإكلينيكية ـ جزئيًّا على الأقل ـ بتثبيط إنزيمات كيناز نازعة هيدروجين البيروفات 2.

Dichloroacetate prevents restenosis in preclinical animal models of vessel injury

T Deuse *et al*

doi:10.1038/nature13232



غلاف عدد 5 يونيو 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 5 يونيو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الأحياء التطورية/ بيولوجيا الخلية

miRNAs وأمراض الجهاز التنفسي

إنّ جزيئات الحمض النووي الريبي الميكروي الستة من عائلة (miR-449/34) متشابهة إلى حد كبير، وتتداخل وظائفها. ولذلك.. فمن الصعب تحديد أدوارها البيولوجية المحددة. عرض لين هي وزملاؤه البيانات التي تم الحصول عليها من الفئران التي تفتقر إلى جميع جزيئات الحمض النووي الريبي الميكروي الستة miR-34/449. أظهرت هذه الحيوانات معدلات وفيات متكررة بعد الولادة، وخللًا بالجهاز التنفسي - يشبه مضاعفات الجهاز التنفسي التي تُرى في بعض المرضى الذين يعانون من خلل حركة الأهداب الأولية - وعمَّا. كانت العيوب الرئيسة الكامنة بمثابة أهداب أقل وأقصر في خلايا الجهاز التنفسي إلى حد كبير، بسبب عيوب في الجسم القاعدي الراسي المقترن بالغشاء القمي. ومن الأهداف الـ57 المحتملة من جزيئات الحمض النووي الريبي الميكروي miR-34/449 التي حدّدها الباحثون: بروتين Cp110، وهو البروتين المُرَيْكِزِيّ الذي يكبت تجميع الأهداب. ومن المثير للاهتمام أن مستويات Cp110 الشاذة بالاشتراك مع أمراض الجهاز التنفسي تم كشفها بالفعل.

miRNAs are 449/miR-34 required for motile ciliogenesis by repressing cp110

R Song *et al*

doi:10.1038/nature13413

الكيمياء الحيوية/ علم المواد

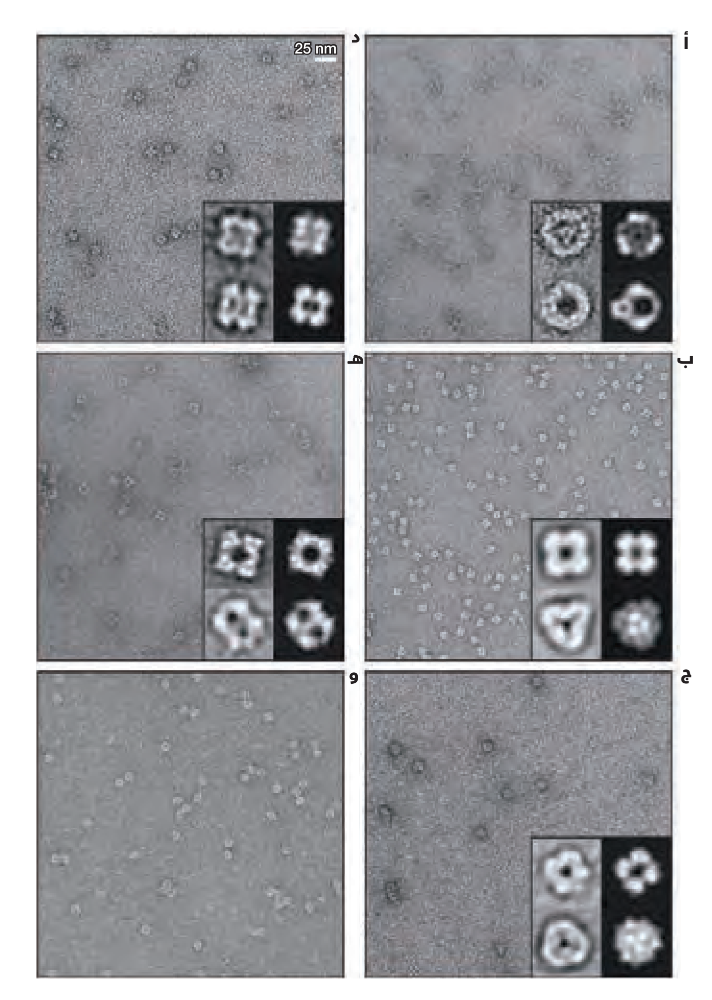
بروتينات متعددة المكونات مهيأة للطلب

إن هدف تحقيق التجميع الذاتي للبروتين المستوحى من مآثر رائعة تحققت في النظم البيولوجية هو جانب مُغْرٍ لعلماء المواد. وكخطوة في هذا الاتجاه، طوّر ديفيد بيكر وزملاؤه طريقة حاسوبية يمكن استخدامها لتصميم مواد بروتينية نانوية، تشترك بها وُحَيْدتان فرعيتان خاصتان تتجمعان في شكل محدد. واستخدموا هذه الطريقة لتصميم خمس مواد بروتينية نانوية تتكون من 24 وحيدة تشبه القفص، وتثبت تجريبيًّا أن بِنَى المواد في اتفاق وثيق مع نماذج التصميم الحاسوبية. إنّ دقة هذه الطريقة وعالَم المواد المكونة من مواد ثنائية يمهدان الطريق لتصميم مواد بروتينية نانوية وظيفية مصمَّمة خصيصًا لتطبيقات محددة.

Accurate design of co-assembling multi-component protein nanomaterials

N King *et al*

doi:10.1038/nature13404



الشكل أسفله | صور بالمجهر الإليكتروني للمواد النانوية البروتينة المصممة ثنائية المكونات. صور بالمجهر الإلكتروني سلبية الصباغة للمواد النانوية البروتينية ذات التعبير المشترك، والمنقاة T32-28 (**أ**)، T33-09 (**ب**)، T33-15 (**ج**)، (**د**) T33-28 (**هـ**) تظهر على المقياس (مقياس بار في أعلى اليمين، 25 نانومترًا). لكل مادة مشتركة التعبير، تظهر فئتان من المتوسطات المختلفة من الجسيمات (العلوية والسفلية) في إدراج (يسار) إلى جانب الإسقاطات الخلفية (الظهرية) المحسوبة من نماذج التصميم الحاسوبية (يمين). **و**، صورة مجهرية لعينة T33-15 التي حُضِّرت عن طريق خلط كميات متكافئة من المكونات (تنتج مركبًا نقيًّا باتحادها) المنقاة (المكررة) بشكل مستقل (T33-15A وT33-15B) في المختبر، وتنقية المواد المجمعة بتقنية الكروماتوجرافي (انظر الشكل 2). الصور المجهرية للمادة غير المنقاة، المجمعة في المختبر T33-15 وكذلك T33-15A و T33-15B بمعزل، يتم عرضها موضحة في الشكل 5 للبيانات الموسعة.

علم الفلك

القوى المغناطيسية تقود نفاثات الأنوية

وُجِد مؤخرًا مجال مغناطيسي نشِط مهم بالقرب من الثقب الأسود لكوكبة القوس *A عند مركز درب التبانة. ومجال كهذا سوف يؤثر على فيزياء قرص التنامي وتدفق الانسياب، بَيْدَ أن معظم نماذج قرص تنامي الثقب الأسود الحالية تفترض وجود مجالات مغناطيسية ضعيفة فقط. يورد محمد زامانيناساب وزملاؤه هنا تقريرًا يفيد بأنه بالنسبة إلى عيِّنة من 76 مجرة نشطة وصاخبة راديويًّا، ترابط شدة المجال المغناطيسي وسطوع قرص التنامي بشدة تفوق السبعة أضعاف. ينطوي ذلك الاكتشاف على تأثر نطاقات الإطلاق النفثي وخواص القرص لتلك المجرات بشكل كبير بالمجالات المغناطيسية.

Dynamically important magnetic fields near accreting supermassive black holes

M Zamaninasab *et al*

doi:10.1038/nature13399

بيولوجيا بنيويّة

بِنْيَة ناقل الجلوكوز البشري GLUT1

ناقل الجلوكوز البشري GLUT1 هو بروتين غشائي مسؤول عن امتصاص الجلوكوز إلى كريات الدم الحمراء والخلايا الأخرى. ولقد أُورِدَت سابقًا بنية مُرَاحِل الزايلوز symporter المقترن بالبروتون الذي يُعتبر مناظرًا بكتيريًّا لناقل الجلوكوز البشري GLUT1. وهنا أورد نينج يان وزملاؤه بِنْيَة ناقل الجلوكوز البشري GLUT1 في شكل مفتوح إلى الداخل. وقد تَمَكَّنَ الباحثون من رسم خريطة العوامل المعطلة للطفرات المقترنة بمتلازمة نقص ناقل الجلوكوز البشري GLUT1 ـ المعروفة أيضا باسم مرض "دي فيفو" (De Vivo) ـ على بنيتهم بعد التوصل إلى بنية البروتين البشري. ومنذ أن لوحظت مستويات مرتفعة من تعبير ناقل الجلوكوز البشري GLUT1 في العديد من أنواع السرطان، فقد يسِّر الوصول إلى هذه البِنْيَة تطوير عوامل محتمَلة جديدة مضادة للسرطان.

Crystal structure of the human glucose transporter GLUT1

D Deng *et al*

doi:10.1038/nature13306

الأحياء المجهرية/ بيولوجيا المناعة

العصبونات المحيطية متسبِّبة في الالتهاب

إنّ تكرار التطبيق الموضعي لعلاج إميكيمود (IMQ) مُعَدِل المناعة المضاد للفيروسات لجلد الفئران يتسبب في حدوث مواضع التهابية تشبه الصدفية البشرية بوساطة بروتين -23انترلوكين. فقد أظهر أولريش فون أندريان وزملاؤه أن حدوث التهاب الجلد في هذا النموذج المرضي يعتمد على التفاعل في مجموعة فرعية العصبونات الحسية المعبِّرة عن القناتين الأيونيتين TRPV1 و$Na_V1.8$ مع الخلايا التَّغَصُّنِيَّة المقيمة في الجلد. وبِضَمّ هذا البحث مع غيره من الأعمال الأخيرة، يقترح هذا الاستنتاج سيناريو تدمج فيه ألياف الألم الضارة مع إشارات بيئية لتعديل الاستجابات المناعية المحلية لمجموعة متنوعة من المحفزات المُعْدِيَة، والمحفِّزات الموالية للالتهابات.

Nociceptive sensory neurons drive interleukin-23-mediated psoriasiform skin inflammation

L Riol-Blanco *et al*

doi:10.1038/nature13199

P_{PrMO} P_{sMMO}
ب أ
ميثان
د ج
ميثان

علوم البيئة

البكتيريا المُحِبَّة للميثـان تضم البروتين إلى القائمة

الميثان غاز احتباس حراري قوي، ويمكن لزيادة الانبعاثات البشرية من الميثان أن يكون لها تأثير كبير على المناخ. ويمكن للكائنات المجهرية أن تنمو على الميثان والألكينات قصيرة السلسلة كالبروبان والبيوتان، وقد رُؤِيَ أن تلك الغازات قد تم أكسدتها من خلال مجموعات مختلفة كليًّا من الكائنات. يبين أندرو كومبي، وجون موريل أن البكتيريا الممثلة لغاز الميثان طوعيًّا *Methylocella silvestris* من النوع BL2 تشفِّر تَجَمُّعين جينيين منفصلين قابلين للذوبان من إنزيم الأكسجينيز الأحادي المركزي ثنائي الحديد di-iron centre monooxygenase، لاستخدام الميثان أو البروبان كمصدر للطاقة والكربون. وتؤكد قدرة السلالة واسعة النطاق بيئيًّا على استغلال كلٍّ من الميثان والبروبان على أهمية العمليات الميكروبية بالنمذجة المناخية، وكذلك بالتسريات النفطية والطرق غير التقليدية لاستخلاص الغاز وغيرها من النشاطات البشرية.

Trace-gas metabolic versatility of the facultative methanotroph Methylocella silvestris

A Crombie *et al*

doi:10.1038/nature13192

الشكل أعلاه | الميثان الناجم عن نسخ إنزيم sMMO فقط، في حين أن البروبان ينجم عن إنزيمَيّ sMMO و PrMO.صور المجهر الفلورسنتية لخلايا بكتيريا.M silvestris التي تمت تنميتها لطور أسي متأخر عن الميثان وحده (**أ،ب**) أو البروبان وحده (**ج،د**) والمتحولة مع بلازميدات تحتوي مُنشِّط إنزيم sMMO (**أ،ج**) أو مُنشِّط إنزيم PrMO (**ب،د**) والمُدمَج إلى جين بروتين الومض الأخضر (GFP) المُراسل. تعد الصور تمثيلًا لواحدة من تجربتين مستقلتين. يبلغ طول الخلايا حوالي 1.5 ميكرومتر.

علم الأعصاب

دوائر قشرية نشطة أثناء التعلم

في خلال تكوين الذاكرة التقريرية، فضلًا عن الاستدعاء، يكون الاتصال بين الحصين (قرن آمون) والقشرة أمر ضروري. ومع ذلك.. فإن الإسهامات في التعليم/الاستدعاء وطبيعة مثل هذه الاتصالات لا تزال مجهولة. وهنا، سجَّلَ إدوارد موزر وزملاؤه من الحصين والقشرة المخية الأنفية الداخلية في الوقت نفسه لفك التزامن والإسهامات من هذين الموقعين لإدارة الذاكرة المرتبطة بالسلوك الملاحي. وحسبما تتعلم الفئران إشارات توجيه الرائحة أثناء استكشاف المكان، ظهرت مجموعات من العصبونات متماسكة الإطلاق في كلا الموقعين، مع اقتران قشري-حصيني يحدث مع نطاق محدد من تذبذب موجات جاما. هذا.. ويبدو أن هذه المهام التعليمية الترابطية تستغل مزامنة موجات جاما كآلية للحفاظ على تمثيلات متطورة في الدوائر العصبية المشتتة.

Coordination of entorhinal–hippocampal ensemble activity during associative learning

K Igarashi *et al*

doi:10.1038/nature13162

علم الأعصاب/ علوم بحار

الحياة.. ليست كما نعرفها تمامًا

المشطيّات هي حيوانات غامضة تجمع ما بين اثنين من الشبكات العصبية المتميزة مع مركز بدائي شبيه بالدماغ، وتمتلك عضلات مستمَدَّة من الأديم المتوسط، مناسبة لأسلوب حياتها الافتراسي. وقد عرض ليونيد موروز وزملاؤه مسودة جينوم *Pleurobrachia bachei* (عنب ثعلب المحيط الهادئ) مع عشرة ترانسكربتومات لمشطيّات أخرى. لدى هذه الجينومات محتوى جيني عصبي ومناعي وتطوري يختلف بشكل ملحوظ عن جينومات الحيوانات الأخرى: جينات العلبة المثلية homeobox (HOX) وآلات الحمض النووي الريبي الميكروي (microRNA) المعيارية غائبة، ومكمِّل الجين المناعي مختزل. وهناك عديد من الجينات ذات التناظر الجانبي الخاصة بالعصبونات والجينات 'الكلاسيكية' الخاصة بالمسارات العصبية إما غائبة، أو غير معبَّر عنها في الخلايا العصبية. يرى الباحثون أن أنظمة المشطيّات العصبية ـ وربما مواصفات العضلات ـ تطورت بشكل مستقل عن تلك الموجودة في الحيوانات الأخرى.

The ctenophore genome and the evolutionary origins of neural systems

L Moroz *et al*

doi:10.1038/nature13400

الكيمياء

شكل جديد لتنشيط رابطة C - H

إن تنشيط الرابطة C – H منطقة محورية في التوليف الكيميائي. واكتشاف أنماط تفعيل جديدة أمرٌ حاسم لاستمرار تقدُّمها. يورد الباحثون في هذه الورقة البحثية

تقريرًا حول نمط تنشيط الرابطة C - H بالبالاديوم المُحفَّز، الذي ينطلق عبر مسار طوق بالاديوم حلقي رباعي، عوضًا عن الوسائط الطوقية الخماسية المفضلة حركيًّا. تؤدي الكيمياء المعنية إلى الانتقال الانتقائي لمجموعة الميثايل المجاورة لآماين ثانوي غير محفوظ إلى حلقات نيتروجين صناعية غير متجانسة متعددة الجوانب. يتم تمييز نطاق انقطاع تلك الرابطة غير المعروفة مسبقًا عبر تطور عمليات تحويل الرابطة C – H إلى آمينات، وكذلك عمليات التحويل إلى كربونيلات، تؤدي إلى تخليق مركبات الأزيريداين aziridines، وبيتا لاكتام على التوالي.

Palladium-catalysed C–H activation of aliphatic amines to give strained nitrogen heterocycles

A McNally *et al*

doi:10.1038/nature13389

صحة بيئية/ زراعة

فقدان المغذيات في المحاصيل بارتفاع CO_2

أُشِير إلى أن تركيزات عناصر غذائية مهمة ـ كالزنك، والحديد ـ بالمحاصيل الغذائية ستتناقص مع تزايد مستويات ثاني أكسيد كربون الغلاف الجوي. ومع ذلك.. لم تكشف بعض الدراسات عن ذلك، حيث كان بعضها يعتمد على ظروف غير حقلية، أو لم تركز على الأجزاء الصالحة للطعام من المحاصيل. جمع صامويل مايرز وآخرون أكبر مجموعة بيانات حتى الآن من تجارب إثراء ثاني أكسيد الكربون بالهواء الحر، ووجدوا أن محاصيل المجموعة C3 (الحبوب والأعشاب) قد اختزلت بالفعل مستويات الزنك والحديد تحت ظروف ارتفاع ثاني أكسيد الكربون المُتنبَّأ بها عند منتصف هذا القرن. وكانت البقوليات ـ باستخدام مسار التمثيل الضوئي C4 - أقل تأثرًا. وتشير تلك النتائج إلى أن تربية أصناف ذات حساسية أقل لارتفاع ثاني أكسيد الكربون قد تكون أولوية مهمة للصحة العامة بمناطق متعددة من العالم.

Increasing CO_2 threatens human nutrition

S Myers *et al*

doi:10.1038/nature13179

الكيمياء الحيوية

اليوبيكويتين المُفسْفَر هو منشِّط لـ(باركين)

دور بروتين اليوبيكويتين الصغير مألوف في تعديل البروتينات الأخرى بعد ترجمتها عن طريق الارتباط بها، وتنظيم نشاطها أو استقرارها، ويظهر هنا أنه يكون ركيزة للكينيز PINK1، الذي يعمل جنبًا إلى جنب مع باركين ليجيز اليوبيكويتين، والذي هو ناتج أحد الجينات المسبِّبة لمرض باركنسون المتنحّي وراثيًّا. وقد أظهر نوريوكي ماتسودا وزملاؤه أنه في أعقاب انخفاض جهد غشاء الميتوكوندريا، يفسفر PINK1 اليوبيكويتين في بقايا الحمض الأميني سيرين 65؛ ثم يتفاعل اليوبيكويتين المفسفر مع باركين، الذي تتم فسفرته أيضًا بواسطة PINK1. يسمح هذا التفاعل بالتنشيط الكامل لنشاط باركين الإنزيمي، الذي ينخرط مع وضع علامات ركائز الميتوكوندريا مع اليوبيكويتين.

Ubiquitin is phosphorylated by PINK1 to activate parkin

F Koyano *et al*

doi:10.1038/nature13392

جيولوجيا

تاريخ فقدان جليد القطب الجنوبي

ارتفعت مستويات سطح البحر العالمية بمقدار يزيد عن 100 متر منذ الذروة الجليدية الأخيرة التي مضى عليها حوالي 20,000 سنة، وذلك بمصاحبة نبضات مياه منصهرة من عدة أمتار أو أكثر. يُعد ارتفاع مستوى سطح البحر - نبضة الماء المنصهر 1A - الأكثر بروزًا هو ذلك الذي وصل إلى ارتفاع حوالي 16 مترًا، وذلك منذ 14600 عام. تشير تلك القيمة لارتفاع مستوى سطح البحر بشدة إلى إسهامات رئيسة للقارة القطبية الجنوبية، لكن لا يوجد حتى الآن دليل فيزيائي قوي يثبت ذلك. يقدِّم الآن مايكل ويبر وزملاؤه سِجِلًّا لحطام جبل جليدي طائف من بحر سكوتيا، يُظهِر إشارات واضحة لتحرر جبل جليد نبضي من القارة القطبية الجنوبية منذ 19,000 سنة. حدث أكبر تحرر لجبل جليدي أثناء نبضة الماء المنصهر، الذي يوفر تأكيدًا طال انتظاره لإسهامات القارة القطبية الجنوبية في تلك القفزة الرئيسة لارتفاع مستوى سطح البحر.

Millennial-scale variability in Antarctic ice-sheet discharge during the last deglaciation

M Weber *et al*

doi:10.1038/nature13397

الشكل أسفله | خريطة الموقع. توجد المواقع MD07-3133 و MD07-3134 بحر سكوتيا المركزي. تشير الأسهم المفتوحة إلى درب الجبل الجليدي. يشير السهم الرمادي الكبير إلى الرياح الغربية لنصف الكرة الجنوبي (SHW). تم توضيح الحدود الجنوبية لتيار محيط القطب الجنوبي من خلال خط رمادي متقطع. تصف الخطوط البيضاء المتقطعة الامتداد الشتوي والصيفي للجليد البحري. تشير الأنوية القطبية الصارمة (PS) إلى صفيحة جليدية تعود إلى دراسات أُجريت في جنوب شرق بحر ويدل4. تبين الخريطة المُرفَقة (أعلى اليمين) الانجراف حول القارة القطبية الجنوبية لانفصال الجبال الجليدية (فيروزي؛ طوله ≥ 5 كم) عن الأرفف الجليدية القطب جنوبية من 1999 حتى 2009 (مرجع 11). تشير الأسهم السوداء إلى التدفق العام المعاكس لعقارب الساعة ضمن التيار الساحلي القطبي الجنوبي.

علم الأورام/ بيولوجيا الخلية

كيف يعزِّز الجسيم المركزي غزو السرطان

يُعَدّ الجسيم المركزي محورًا مهمًّا في دورة انقسام الخلية في خلايا الثدييات، ويقوم بدور حاسم في السيطرة على تنظيم شبكة الأنيبيبات. ومما يثير الاهتمام والفضول، أنه كثيرًا ما تحمل الخلايا السرطانية جسيمات مركزية إضافية. ويتضح هنا أن الجسيمات المركزية الإضافية يمكن أن تعزز غزو الخلايا السرطانية العدواني الذى يشبه ذلك الناتج عن فرط تعبير الجين الورمي لسرطان الثدي *ERBB2*. إضافة إلى ذلك.. فإن تضخيم الجسيم المركزي يزيد من تأثير الجين الورمي لسرطان الثدي *ERBB2* في المزارع ثلاثية الأبعاد للخلايا الظهارية الثديية، وينشط إنزيم ثلاثي فوسفات الجوانوزين GTPase الصغير Rac1. ومن المعروف أن تنشيط Rac1 يلعب دورًا رئيسًا في عديد من الخلايا البشرية.

Oncogene-like induction of cellular invasion from centrosome amplification

S Godinho *et al*

doi:10.1038/nature13277

الأحياء المجهرية

تمايز T_H17 مرتبط بالبكتيريا المعوية

من المعروف أن توطن الميكروبات مثل البكتيريا الخيطية المقسمة بالأمعاء الدقيقة يعزز استحثات الخلايا التائية –المساعدة– 17 (T_H17)، التي هي من العوامل المهمة في كل من الدفاع المخاطي والتسبب في أمراض المناعة الذاتية. وهنا أظهر دان ليتمان وزملاؤه أن الغالبية العظمى من خلايا T_H17 في الفئران التي استعمرت بالبكتيريا الخيطية المقسمة موجهة نحو المستضدات المرمزة بواسطة هذه البكتيريا، وحددوا الحواتم البكتيرية المحددة، التي يتم التعرف عليها بواسطة مستقبلات الخلية التائية T_H17. يوفر هذا العمل تبصرًا لكيفية تواصل المجتمع الحيوي المجهري مع الجهاز المناعي للمضيف، ويقترح طرقًا ممكنة لتطوير لقاحات مخاطية جديدة.

Focused specificity of intestinal T_H17 cells towards commensal bacterial antigens

Y Yang *et al*

doi:10.1038/nature13279

مهن علمية

تقنية هناك وظائف ومناصب بحثية عديدة، يُتيحُها تَزَايُد الاهتمام بالطباعة ثلاثية الأبعاد **ص. 93**

نقطة تحوُّل عالِم فيزياء المواد المكثفة في جامعة كاليفورنيا في بيركلي **ص. 95**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



FANATIC STUDIO/GETTY

التعليم المستمر

ادرس بتوسُّع وعمق

تساعد الدروسُ العملية القصيرة الباحثين على صقل مهاراتهم. أمّا الدورات الدراسية الأطول، فتتيح لهم تعميق المعرفة.

سارة ويب

يتطلب نجاح المسار المهني البحثي أن يستمر العلماء في التعلم بلا توقف، لأن التقنيات تتطور، والاهتمامات تتغير، والاكتشافات تعمل على تغيير المفاهيم، خاصةً في عصرنا الحالي؛ عصر «البيانات الضخمة». وبإمكان الدورات التدريبية ـ مثل ورشات العمل، أو البرامج، أو الدروس العملية على الإنترنت ـ أن تملأ الفجوة في معرفة العلماء ومهاراتهم، مما يساعدهم على تحسين وتوسيع برنامجهم البحثي، ويدعم جهودهم في الحصول على وظيفة جيدة.

وللحصول على أقصى استفادة من التدريب خارج مكان العمل، ينبغي على الباحثين أن يحدِّدوا ما ينقصهم من معرفة، ثم يبحثون على الإنترنت، أو يتحدثون مع زملائهم لإيجاد ورشة عمل أو دورة تتلاءم مع احتياجاتهم ـ وغالبًا ما تُعتبر الجمعيات العلمية والمؤتمرات مصدرًا جيدًا لذلك ـ وأن يديروا الخدمات اللوجستية بما تتضمنه من التكاليف والتوقيت (انظر «التوليفة الملائمة»). وقد يحتاجون إلى التقدُّم لطلب الحصول على مِنَح أو زمالات من جمعيات أو غيرها من المنظمات المهنية، وذلك لتغطية الرسوم الدراسية، أو تكاليف السفر إلى مكان الدراسة، وتخصيص الوقت المطلوب لذلك. وقد يضطرون إلى حساب كيفية توظيف مواردهم، إذا لم يتمكنوا من الحصول على التمويل، أو إذا لم يستطع أرباب أعمالهم أن يوفروا لهم الدعم المالي. وتُقَدَّم بعض الدورات مرة كل عام، وقد تمتلئ المقاعد المتاحة فيها سريعًا، ولذلك.. على الطلاب المحتمَلين أن يتابعوا مواعيد الالتحاق بالدراسة، وأن يكونوا على استعداد للانطلاق.

متى تصبح الدورة التدريبية أو ورشة العمل منطقية؟ غالبًا ما يلجأ الباحثون إلى كتيبات التدريب، أو الدروس العملية على الإنترنت، عندما يحتاجون إلى تعلم إحدى تقنيات المختبرات الجديدة، أو تعلم كيفية استخدام إحدى المعدات أو البرمجيات، لكن أحيانًا ما تكون تعليمات الممارسة العملية ذات التفاعل الشخصي أكثر فاعلية من القراءة، خاصة عندما يتعلق الأمر بإجادة المهام المعقدة، مثل استكشاف أخطاء الآلات وإصلاحها، أو إدارة تحليل البيانات.

هل يستحق الأمر العناء المادّي؟ قد تكلِّف الرسوم الدراسية ما بين بضعة مئات من الدولارات لورشات ◄

العمل التي تستمر ليوم واحد، حتى 1500 دولار أمريكي للدورات التي تستمر أسبوعًا، وهذا لا يتضمن تكاليف السفر. (بعض ورشات العمل والدورات التي تستمر ليوم واحد يتم ترتيبها مباشرة قبل أو بعد الاجتماعات العلمية المهمة، للسماح للباحثين بتوفير تكاليف السفر).

إضافة إلى ذلك.. إذا حالف الباحث الحظ، فإنه قد يجد العرض المناسب له في مكان قريب. لقد أخذ سايك-كيا جوه ـ طالب دكتوراه الهندسة الحيوية بجامعة بيتسبرج في بنسلفانيا ـ دورة مجانية لمدة أسبوعين في البحوث الإكلينيكية متعددة المجالات في المعاهد القومية للصحة الأمريكية في بيثيسدا بميريلاند، وهي تقع على مسافة قصيرة تطلَّبت قيادة السيارة لمسافة 370 كيلومترًا. وبلغت تكاليف الإقامة ألفي دولار أمريكي، تَحَمَّل هو نصفها، لكنه لم يَجْنِ فقط فَهْمًا أكبر للجانب الإكلينيكي والتنظيمي من بحوث الخلايا الجذعية، لكنه أيضًا استطاع مناقشة أبحاثه مع علماء من المعاهد القومية للصحة، وعرف بفرص لإجراء أبحاث ما بعد الدكتوراه لم يكن على علم بها. ويقول: «لم أكن أتوقع من الدورة أن تكون فرصة لاستخدام الإنترنت في الاتصالات. لقد كانت استثمارًا في مساري الوظيفي».

في بعض الأحيان يضطر العلماء إلى السفر مسافة طويلة حول العالم. تقوم كريستين وورمز، عالمة أمراض النباتات في معهد أبحاث النبات والغذاء ـ وهو معهد حكومي في هاميلتون بنيوزيلندا ـ بدراسة آليات مقاومة النباتات للأمراض. وبشكل متزايد.. يعتمد هذا المجال على بيانات التعبير الجيني، ومصدرها تقنية تُعرف بالتفاعل الكمي للسلسلة المتبلمرة، التي تتطلب خبرة فنية متخصصة لإنتاج بيانات موثوق بها، وقابلة لإعادة الإنتاج. في البداية كانت وورمز ـ التي لم تكن لديها هذه الخبرة ـ تعتمد على مساعدة أحد زملائها، لكن عندما غادر هذا الزميل المعهد، عرفت أنها تحتاج إلى أن تتعلم هذه التقنية بنفسها؛ فقامت بالالتحاق بدورتين قصيرتين كانتا متاحتين في سبتمبر الماضي في مركز TATAA Biocenter، وهو أكبر مركز في العالم لتقديم خدمات التفاعلات الكمّية للسلسلة المتبلمرة والتدريب عليها، ويقع في جوتبرج بالسويد. وبعد أن حصلت وورمز على زمالة مخصصة لمساعدة العلماء على دفع تكاليف السفر إلى الخارج، إلى جانب بعض التمويل من المعهد الذي تعمل به، تمكَّنت وورمز من تعلُّم تلك التقنية، ومبادئها التوجيهية العالمية، وكيفية استخدام أحد البرامج الإحصائية لتحليل البيانات.



«إنه استثمار في مساري الوظيفي»

سايك-كيا جوه

PAUL KOVACH, UNIV. PITTSBURGH

لقد كان السفر إلى الخارج من بين الاحتمالات المطروحة أمام ستيفان سوتر، الباحث في إدارة الحياة البرية في جامعة زيوريخ للعلوم التطبيقية في سويسرا. احتاج سوتر إلى أن يتعلم كيفية تحليل أسلوب التواصل بين الخنازير البرية، وقد وجد أن مختبر كونيل لعلم الطيور في إيثاكا بنيويورك يقدِّم دورة تدريبية لمدة أسبوع في استخدام برمجيات تحليل الأصوات. كان سوتر قد استخدم في السابق نسخة مبسطة من هذه البرمجية خلال أبحاث الدكتوراة، لكنه احتاج إلى أن يتعمق لتنفيذ خطته لحماية الحقول الزراعية. وساعدته الدورة على إنشاء نداءات تحذيرية تخيف الخنازير البرية وتطردها بعيدًا عن المحاصيل القيمة. وتلقى سوتر دعمًا ماليًّا كاملًا من الجامعة التي يعمل بها؛ للسفر إلى الولايات المتحدة، لأنه أقنع الإدارة بأن دراسته لهذه الدورة سوف تساعده كذلك على تحسين لغته الإنجليزية. وكانت الخبرة السابقة له في استخدام هذه البرمجية تعني أن بإمكانه أن يركز على أسئلة محددة، وأن يوسِّع فرص الحصول على إجابات من الخبراء. ورغم أن الدورة كان لها منهج أساسي، إلا أنه «كانت هناك مساحة كبيرة للأسئلة الفردية، ونهج تفاعلي أقدِّره بالفعل»، حسبما قال.

فوائد غير متوقَّعة

يمكن للدورات القصيرة أن تكون فعالة لبناء سريع للمهارات الجديدة، ولكنْ في أوقات أخرى ـ عندما يكون الهدف هو تعميق المعرفة بمجال بحثي، أو استكشاف مجال جديد ـ قد يحتاج الباحث إلى تكريس فترة أكثر من أسبوع أو اثنين لتحقيق مساعيه، بالرغم من أن تكلفة الرسوم الدراسية والسفر والإقامة من المرجَّح أن تكون أعلى بكثير. إن فترة 4 ـ 8 أسابيع قد تبدو فترة طويلة لتقضيها بعيدًا عن بحوثك الأساسية، لكنها قد توفر فرصة للتعمق أكثر في أحد فروع المعرفة، أو للتوسع في مجال جديد.

استفاد عالِم الفسيولوجيا كريستوفر تابس من حلقات دراسية لمدة 6 أسابيع في المختبر البيولوجي البحري في وودهولز بماساتشوستس؛ لتعميق معرفته بالبيولوجيا الإنجابية. ويقوم تابس الآن بدراسة تأثير اختلال الغدد الصماء على الحياة البرية المهدَّدة بالانقراض، وقد حضر هذه الحلقات الدراسية كطالب دكتوراة؛ أملًا في تعلُّم طرق جديدة لدراسة حركة الحيوانات المنوية السمكية.

وفي التوقيت نفسه الذي تعلَّم فيه الكثير عن السَّمَك، اكتسب فهمًا جديدًا للهرمونات وإشارات الهرمونات وبيولوجيا المشيج، وهو ما ساعده في الحصول على منصبه الحالي في معهد حديقة حيوان سان دييجو لأبحاث الحفاظ على الأنواع في كاليفورنيا.

بإمكان الباحثين المهرة أن يجدوا طرقًا لتقليل التكاليف إلى المستويات المقبولة. كانت جيني ماير ـ عالمة الكيمياء في بيلفو كوليدج في واشنطن ـ تريد أن تتعلم كيفية صيانة جهازي مطياف الكتلة، ومطياف الرنين المغناطيسي النووي الجديدين، اللذين اشتراهما المعهد الذي تعمل به. وبالصدفة، اشتركت ماير في تحديثات عبر البريد الإلكتروني، ترسلها الجمعية الكيميائية الأمريكية التي كانت عضوًا بها. وتلقّت بريدًا عن سلسلة دورات عبر الإنترنت في الكيمياء لمدة ستة أسابيع، تُعرف باسم Sci-Mind. وتتضمن هذه الدورات فيديوهات تعليمية، وتمرينات للمختبر، وفرصًا للتفاعل مع المدربين والطلاب الآخرين.

كانت هذه الدورة على الإنترنت تتكلف نصف تكاليف مثيلاتها المتاحة وجهًا لوجه. وقد استطاعت أن تحصل على سعر مخفض للأعضاء، وكذلك على تخفيض ترويجي كانت الجمعية تقدمه، وهو ما أدى إلى وصول التكلفة التي تتحملها مؤسستها إلى نحو 900 دولار. وساعدتها الدورة على تنشيط مهاراتها في استخدام الجهازين، وعلمتها كيفية صيانة المطيافين، واستكشاف الأخطاء وإصلاحها. وهي الآن تقوم بإنشاء برامج تدريبية قصيرة تساعدها على تدريب الطلاب وزملائها على استخدامها.

أثناء قيام عالمة الحفريات البيئية جاكلين جيل بأبحاث ما بعد الدكتوراة، سعت إلى أن تَدرس مقررات جامعية متاحة على الإنترنت (MOOC) في حساب التفاضل والتكامل، لأنها كانت مجانية، وكان بإمكانها أن تضعها في جدولها كيفما شاءت. كانت جيل قد أدركت أنها تحتاج إلى دراية أكبر بالتفاضل والتكامل في الأبحاث التي تجريها في مجالها، والتي أصبحت أكثر اعتمادًا على المفهوم الكمّي، لكن التسجيل في محاضرات إلى جانب طلاب الجامعة ـ وهي باحثة ما بعد الدكتوراة ـ بدا غير ملائم. لذلك.. عندما أتيحت دراسة المقررات الجامعة المتاحة على الإنترنت، أسرعت إليها والتحقت بدورة لمدة 14 أسبوعًا من خلال المنصة الإلكترونية كورسيرا. كانت تقضي كل أسبوع ساعتين فقط، تقوم فيهما بحل المسائل، وتحضُر امتحانات عبر الإنترنت.

وتشدِّد جيل ـ وهي حاليًا عضو هيئة تدريس في جامعة ماين في أورونو ـ على أنّ الأوان لا يفوت أبدًا لتعلُّم شيء جديد، والأسهل من ذلك تطبيقه. وتقول: «قم به فحسب.. وقم به الآن». ■

سارة ويب كاتبة حرة في تشاتانوجا بولاية تينيسي.

المكان الملائم

كيف تجد الدورة المثالية

إن محاولة معرفة كيفية ملء فجوة في المعرفة قد تكون أمرًا شاقًّا. ولدى جاكلين جيل ـ عالمة الحفريات البيئية في جامعة ماين في أورونو ـ نصائح في كيفية التعامل مع الأمر، تقدمها هنا:

- ابحث على الإنترنت، وتكلم مع زملائك وموجهيك حول المهارات التي تريد أن تتعلمها، وكيف يمكنك أن تسد الفجوة.
- تَعَرَّفْ على أسلوب تعلُّمك. وإذا كنتَ تعمل جيدًا بشكل مستقل، فقد يكون بمقدورك أن تفهم طريقة عمل نموذج إحصائي أو لغة برمجة فقط باستخدام كتاب دراسي. أما إذا كنت تحتاج إلى العمل في فريق، فقد تتمكن من العمل على مجموعة من طلاب الدراسات العليا، أو من باحثي ما بعد الدكتوراة، يريدون أن يتعلموا المهارة نفسها.
- إذا لم يكن لديك مالٌ كافٍ، أو كان السفر صعبًا بالنسبة لك؛ فَكِّرْ في خيار الدراسة عبر الإنترنت.
- في بعض الأحيان تكون الدورات الدراسية التي تحضرها بنفسك هي الطريقة الوحيدة لاكتساب مهارة ما. وإذا كنتَ تحتاج إلى هذه المهارة بشكل مُلِحّ في تخصُّصك، فعليك أن تُوجِد الحُجّة الجيدة للوقت والتكاليف.
- «عندما تتقدم للحصول على تمويل، فأنت تحتاج إلى أنْ تَبْرَع في تحديد لماذا تُعَدّ هذه الدورة مهمة لك في هذه المرحلة من مسارك الوظيفي»، حسبما تقول جيل. وإذا لم تستطع أن توضح هذا الاحتياج بشكل فعّال، فربما لا تكون بحاجة إلى هذه الدورة بالقدر الذي تظنه.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



AMY DEVOOGD/GETTY

ثغرات وظيفية

فوضى الأمومة

الدعم المتاح لإنجاب الأطفال ورعايتهم يختلف بشكل كبير.. والأمهات والآباء الجدد يتوصلون إلى طرق إبداعية لتوفيق متطلباتهم.

أماندا ماسكاريللي

وضعت العالمة البحرية ماريا جرانبرج طفلها الأول في عام 2006، وأخذت إجازة لمدة عام ـ تقريبًا ـ مدفوعة الأجر بنسبة 80%. وفي عام 2010، عندما حملت بطفلها الثاني، كانت في مرحلة وظيفية ذات تحديات أكبر. ففي ذلك الوقت كانت أستاذة مساعدة في جامعة جوتنبرج بالسويد، وكانت تصنع زخمًا وتخطط لأنشطة بحثية، وتنشئ علاقات تعاون، ولم تكن قد عَيَّنَتْ بعدُ موظفين في مختبرها؛ لتُبْقِي على فاعلية العمل البحثي في غيابها.

إضافة إلى ذلك.. كانت أبحاثها التي تتناول بكتيريا الرواسب البحرية تتضمن العمل مع مذيبات، يُعتبر التعامل معها خلال الحمل غير آمن. ولم تتمكن الجامعة ولا المؤسسة المانحة لها ـ مجلس الأبحاث السويدي ـ مِن أنْ تقدِّم لها التمويل الكافي لتعيين مساعد في المختبر. وما بين الحمل الذي تَسَبَّب في تقييد عملها، والأشهر الستة التي أخذت خلاها إجازة وضع جزئية، فقدت موسمًا كاملًا من العيِّنات الميدانية، وعامًا من العمل. وأدت تلك الخسائر إلى فقدان فرص للنشر، وتغيير خططها طويلة الأمد للمشروع. وتقول: «إن هذا أمر ضاغطٌ للغاية. يأتي الحمل؛ فيفسد خططك».

وبعد أربعة أعوام، تقول جرانبرج إنها بدأت أخيرًا تستعيد زخمها، لكنها لا زالت تنظر إلى تلك الفترة على أنها شاقة في حياتها الوظيفية. وتضيف: «إن العلوم مرتبطة ـ بشكل كبير ـ بالتوقيت والزخم، وأعتقد أن بإمكان المجتمع العلمي أن يفعل الكثير لحل أزمة فترات الحمل تلك، التي لا نستطيع أنْ نكون موجودين خلالها في المختبر». وعلى سبيل المثال.. تعتقد جرانبرج أنه ينبغي على مجالس البحث العلمي والوكالات المانحة أن تنشئ مسارًا تمويليًّا لدعم برامج البحث الخاصة بالباحثات خلال فترة الحمل، وبعد عودتهن مباشرةً من إجازة الوضع. وتوضح قائلة: «إن الجهود يجب أن تهدف إلى الإبقاء على زخم البحث بالمستوى نفسه لزخم أبحاث زملائهن».

وتُعتبر تجربة جرانبرج مثالًا واضحًا على التحديات التي تواجه النساء اللاتي يحاولن التوفيق بين التزامات المختبر ومتطلبات الأمومة. وغالبًا ما يصطدم قرار إنشاء أسرة مع ذلك التوقيت الذي يبتدئ فيه العلماء حياتهم الوظيفية ويسعون إلى التثبيت في مناصبهم. وتختلف مزايا وتجارب إجازات الوضع بشكل كبير على حسب الجهة الموظِّفة، أو المؤسسات في جميع أنحاء العالم، وحتى بين الأقسام العلمية. فالوقت الذي تقضيه المرأة في العمل خلال إجازة الوضع يعتمد على متغيرات معينة، من بينها الرغبة الشخصية، والمرحلة الوظيفية، وطبيعة البحث، وسياسات المؤسسة.

ويتفق أغلب الآباء والأمهات من الباحثين على أنه لا يوجد وقت محدد في المسار الوظيفي يُعتبر ملائمًا لاستقبال طفل جديد. فالحصول على التثبيت في الوظيفة يُشعِر الباحثة بالأمان الوظيفي، لكنه ـ في الوقت ذاته ـ يأتي مع مسؤوليات الإشراف على أعضاء المختبر ومشروعاته. إن وَضْع طفل خلال بدايات الحياة المهنية لباحثةٍ يعني أنه قد لا تكون هناك مشروعات كبيرة، أو إشراف على العاملين، وهذا من شأنه أن يعطل زخم البحث.

تحتاج الباحثات في بداية حياتهن المهنية ـ أولئك اللائي يفكرن في الإنجاب، أو اللائي ينتظرن قدوم طفل ـ أن يحدِّدْن التحديات التي غالبًا ما تنتظرهن. فعلى حسب مواقعهن وموَظِّفيهن، قد تكون كل إجازات الوضع ـ أو بعضها ـ غير مدفوعة الأجر، وقد يحتجن إلى العمل من المنزل لبعض الوقت، وغالبًا ما يحتجن إلى إيجاد طرق لتسيير برامجهن البحثية.

إنه طريق صعب، خاصة لأولئك اللائي بدأنه للتو. ويحذِّر الأشخاص الذين خاضوا غمار هذا الطريق من أنه ينبغي على الباحثات الصغار اللاتي يفكرن في الإنجاب أن يبحثن ـ بالتحديد وفي وقت مبكر ـ عن المزايا التي تعرضها الجهة الموظِّفة لهن، ويَكُنّ على استعداد للتفاوض، إذا لم توجد هناك مزايا، أو لم تكن تلك المزايا تلبِّي احتياجاتهن.

سبل الدعم

مهما بلغ حجم الدعم الذي تقدمه بيئة العمل، فإن الانفصال عن البحث العلمي يُعدّ محفوفًا بقرارات صعبة، ولا توجد هناك معادلة عالمية لكيفية الوفاء بمتطلبات العمل والأسرة المتلازمة. إذ تقدم بعض المؤسسات والوكالات دعمًا من خلال خليط من البرامج والسياسات، لكنها تختلف في درجات نجاحها.

على سبيل المثال.. بدأت الموسسة الوطنية للعلوم في أرلينجتون بفيرجينيا إدراج «ممارسات صديقة للأسرة» في إطار العمل الخاص بها. وقد أطلقت مبادرة «موازنة العمل والحياة» في عام 2011، وهي تمنح الباحثات عدة مزايا، من بينها تمويل تكميلي لتغطية راتب ثلاثة أشهر ـ نحو 12 ألف دولار أمريكي ـ لمساعدة الباحثات الرئيسات، وباحثات ما بعد الدكتوراة، وباحثات الزمالات من طالبات الدراسات العليا على دفع رواتب عاملين فنيين خلال إجازات الوضع. وقد غيّر مجلس البحوث الأوروبي من قواعده؛ للسماح بإعطاء الباحثات الرئيسات اللاتي سيصبحن أمهات وقتًا إضافيًّا لكل طفل يولد، للتقدم للحصول على مِنَح معينة.

وقت التفاوض

بعض المؤسسات لا تقدم سوى القليل في صورة دعم رسمي. وكانت جريتشن هانسن تهي دراسة الدكتوراة في علوم البحيرات العذبة والبحار في جامعة وسكونسن-ماديسون، عندما حملت بابنتها؛ فأخبرت الباحث الاستشاري الذي تتبعه حول حملها، وسألته عن سياسات الوضع بالنسبة إلى طلاب الدراسات العليا. وتقول: «لم يكن أحد يعلم شيئًا عنها، ولم تكن هناك سياسات تتعلق بالأمر».

ثم قامت هي ومستشارها بوضع خطة تسمح لها بحضور 33% من مواعيد العمل خلال فترة إجازة الحمل، وبأن يقل مرتبها بنسبة الثلث، وأن تحتفظ بالتأمين الصحي. وقضت هانسن نحو خمسة أشهر تعمل من المنزل كلما استطاعت، وتقضي يومًا واحدًا كل أسبوع في المختبر. وهي الآن باحثة مصائد السمك في قسم وسكونسن ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


كانت جيني بريجز تأخذ طفلتها ـ التي في أشهرها الأولى ـ معها أحيانًا في رحلات العمل الميداني.

للموارد الطبيعية في ماديسون، وقد وضعت مولودها الثاني الشهر الماضي. وهي ليست مؤهلة للحصول على مزايا محددة للوضع في المؤسسة الجديدة التي تعمل بها، فهي تستطيع فقط المطالبة بإجازة 12 أسبوعًا غير مدفوعة الأجر، تمثل الحد الأدنى الذي يفرضه القانون الأمريكي. وتخطط هانسن لتغطية أغلب راتبها لنحو 9 أسابيع من تلك الأسابيع الاثني عشر، عن طريق استغلال أيام إجازاتها السنوية والإجازات المرضية و«بدل الإعاقة»؛ وهو ذلك المبلغ المالي الذي تصبح الموظفات مؤهلات للحصول عليه خلال فترة الحمل.

شَقَّتْ سامانثا جوي ـ خبيرة المحيطات في جامعة جورجيا في أثينا ـ طريقها بصعوبة خلال تجربة حمل معقدة مماثلة. فقد كانت أستاذة جامعية في منصب ثابت، عندما وضعت ابنتها التي تبلغ من العمر الآن 6 أعوام، وكانت تعمل بشكل أساسي من المنزل لمدة ثمانية أشهر، حيث كتبت عدة أوراق بحثية، وقدمت طلبين للحصول على المنح، قبل أن تكمل ابنتها 6 أشهر. ولأن الجامعة لم تكن تعطي أي إجازات وضع مدفوعة الأجر، فقد استخدمت إجازاتها المرضية للحصول على راتب جزئي خلال تلك الفترة. وفي عام 2012، عندما وضعت توأمًا، فعلت الأمر ذاته. وقامت هي وزوجها كريستوفر ميل ـ الذي يعمل منمذجًا جيوكيميائيًّا حيويًّا في الجامعة نفسها بتوفيق مسؤولياتهم الأبوية مع متطلبات عمل كل منهما.

ففي الأيام الأولى من الإنجاب، لا يكون لدى الآباء والأمهات بَعْدُ ترتيبات منظمة لخدمات رعاية الأطفال، وهو أمر يصبح مهمًّا إذا كنت تحاول الإبقاء على تسيير البرامج البحثية. وعندما عادت جوي إلى الحرم الجامعي بعد شهر من ولادة طفلتها، كانت تُحْضِر الطفلة معها خلال مقابلات الطلاب، أو حضور الحلقات الدراسية، أو العمل في المختبر، أو اجتماعات أعضاء هيئة التدريس. وتقول إن أغلب زملائها وموظفي الجامعة كانوا متعاونين فيما يتعلق بحضور ابنتها معها.

أما مارا ديرسين ـ عالمة الأعصاب في مركز لوائح الجينوم في برشلونة بإسبانيا ـ فقد أخذت نحو أربعة أشهر إجازة بعد وضع كل طفل من أطفالها الأربعة، لكنها وجدت وسائل إبداعية للإبقاء على الاتصال مع أعضاء المختبر، بما فيها التنزه في الحديقة مع طلاب الدكتوراة التابعين لها، وهي تدفع طفلها في عربة أطفال.

أما هوبي هوكسترا ـ عالمة الوراثة التطورية في جامعة هارفارد في كمبريدج بماساتشوستس ـ فقد أخذت إجازة لمدة ثلاثة أشهر، بعد وضع ابنها في عام 2012. وبعد شهر آخر، بدأت تحضر الطفل معها إلى المختبر، وتلاعبه، وتضعه في كرسي أطفال، وأحيانًا كانت تهزه لينام خلال اجتماعات المختبر. وكان زوجها ـ وهو أيضًا عالِم في الوراثة التطورية في هارفارد ـ يأخذ الطفل في مكتبه، حيث كان لديه احتياجات الأطفال اللازمة لرعايته. وفي نظرة تأمُّل للماضي، تقول هوكسترا: «أتمنى لو كنت أقل حضورًا للعمل عمّا قبل. فلقد أدّى الفريق العمل بكفاءة».

إن محاولة تضمين أوقات المختبر وأوقات مقابلة طلاب الدراسات العليا وغيرهم من أعضاء المختبر في العمل خلال إجازة الوضع أمرٌ بالغ الصعوبة، ويجب على كثير من الباحثين أيضًا أن يتعاملوا مع متطلبات العمل الميداني. وتتطلب إدارة هذا الجدول تخطيطًا ذكيًّا وإبداعيًّا، حسبما يقولون (انظر: «نصائح للمواكبة»). كانت جيني بريجز ـ عالمة البيئة في هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية في دنفر بكولورادو ـ تعمل على مشروع بحثي في جبال روكي، عندما حان موعد وضعها لطفلتها الثانية في عام 2010. تقول: «تحدث التغيرات البيولوجية في عملي موسميًّا. ولا يمكنك أن تعطل دراسات سنوية لمدة عام». لذلك.. فقد رتَّبت مع مديرها أن يقوم بأخذ المال الذي كان من المفترَض أن تجنيه هي مقابل عملها، إذا لم تأخذ إجازة بغير راتب، وأن يعطي هذا المال إلى طالب دراسات عليا يستطيع أن يتولى الدراسة البحثية. وقد عادت إلى العمل الميداني بعد أسابيع فقط من ولادة ابنتها، وكانت أحيانًا تُحضِر طفلتها لإرضاعها، وتُحْضِر أمها أيضًا لمساعدتها، لكنها غالبًا ما كانت تترك الطفلة في المنزل مع إحدى مقدِّمات الرعاية، وكانت تأخذ استراحات تجلس فيها خلف الأشجار، أو في الشاحنة الميدانية؛ لإفراغ ثدييها من اللبن.

أعلى الدرجات

هناك جامعات تقدِّم مزايا استثنائية للأمومة والأبوة. فعلى سبيل المثال.. تقدم مؤسسات أكاديمية عديدة في الدول الإسكندنافية للأبوين إجازة مدفوعة الأجر، تصل إلى عام كامل. وطبقًا للسياسة القومية البريطانية كذلك، ينبغي على المؤسسات ـ قانونًا ـ أن تدفع أجرًا للموظفة خلال إجازة الوضع ـ بنسبة من متوسط الراتب الأسبوعي ـ لمدة تصل إلى 39 أسبوعًا، إلى جانب إجازة تصل إلى عام كامل. ولدى الولايات المتحدة القليل من النماذج المتميزة في هذا السياق. ففي جامعة نورثويسترن في إيفانزتون بإلينوي هناك عدة أقسام تقدِّم للأمهات إجازة للإنجاب والتَّبَنِّي لمدة ثلاثة أشهر مدفوعة الأجر بالكامل، إلى جانب ثلاثة أشهر أخرى لرعاية الأطفال. وتقول يارووِ أكسفورد، عالمة الجيولوجيا التي وضعت طفلًا العام الماضي: «لم أشعر أبدًا بضغوط لوجودي في المكتب خلال إجازة الوضع. بالطبع، كان عليَّ متابعة ما كان يحدث في مختبري، ومتابعة الطلاب الذين يقومون بأبحاث مستقلة، لكن هذا مجرد جزء من العمل في المجال العلمي». وتمنح جامعة نورثويسترن كذلك إمكانية تأجيل التثبيت لمدة عام للأمهات بعد إنجاب أبنائهن، وللأبوين بعد



«بإمكان المجتمع العلمي أن يفعل الكثير لحل أزمة فترات الحمل، التي لا نستطيع خلالها العمل في المختبر»

ماريا جرانبرج

نصائح للمواكبة

كيف يمكن تعظيم الاستفادة من مزايا الأمومة

توصّل الآباء والأمهات الباحثين إلى مجموعة من الأفكار، ساعدتهم على التوفيق بين متطلبات العمل والأسرة.

وها أنا أقدِّم إليكم بعضًا منها:

- قومي بتعيين مساعد أو فني، إذا أمكن، للمساعدة في تسيير المختبر، أو المهام الميدانية خلال إجازة الوضع.
- اجلسي وتحدثي مع رئيس القسم قبل الوضع بعدة أشهر؛ لمناقشة الأهداف، وتحديد الدعم المتاح، والتخطيط بدقة للعودة من إجازة الوضع.
- كَوِّني شبكة دعم من علماء آخرين، آباء وأمهات. وتُعتبر مجموعات «فيسبوك» من إحدى الطرق لبناء هذا النوع من المجتمعات. تقول جيني بريجز، عالمة البيئة في هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية في دنفر بكولورادو: «إنه أمر مهم للغاية. لقد كانت بعض الأمهات الأخريات اللاتي قمن بهذا قبلي أعظم حلفاء لي».
- عند محاولة التوفيق بين العمل والأمومة، حاولي أن تجدي الوقت الذي تكونين فيه أكثر إنتاجية. تقول ناتالي بولمان، عالمة الأرض في جامعة كولومبيا بنيويورك: «تحتاجين إلى القيام بتخطيط استراتيجي وواقعي حول أي وقت من اليوم ستعملين فيه على شيء ما». فخلال الأيام الأولى بعد أن وضعت طفلتها بولمان، وجدت أنها تحتاج إلى أن تنام خلال فترة قيلولة ابنتها الصباحية، وأنها تستطيع الكتابة بكفاءة عندما تنام ابنتها في فترة ما بعد الظهر.
- قومي ـ بقدر استطاعتك ـ بمشاركة مسؤوليات رعاية الطفل بالتساوي مع زوجك منذ اليوم الأول، حسبما تنصح سوزانا ماتينيز-كوندي، عالمة الأعصاب في معهد بارو لعلم الأعصاب في مدينة فينكس بأريزونا. كانت هي وزوجها، ستيفن ماكنيك ـ وهو أيضًا عالم الأعصاب في بارو ـ يتشاركان مسؤوليات رعاية أطفالهما الثلاثة بالتساوي. تقول مارتينيز-كوندي إنه في أوقات الضرورة «كنا نؤدي أدوار بعضنا البعض، حيث يكتب أحدنا ورقة بحثية، أو طلبًا للحصول على منحة، بينما يأخذ الآخر الأطفال إلى الحديقة».

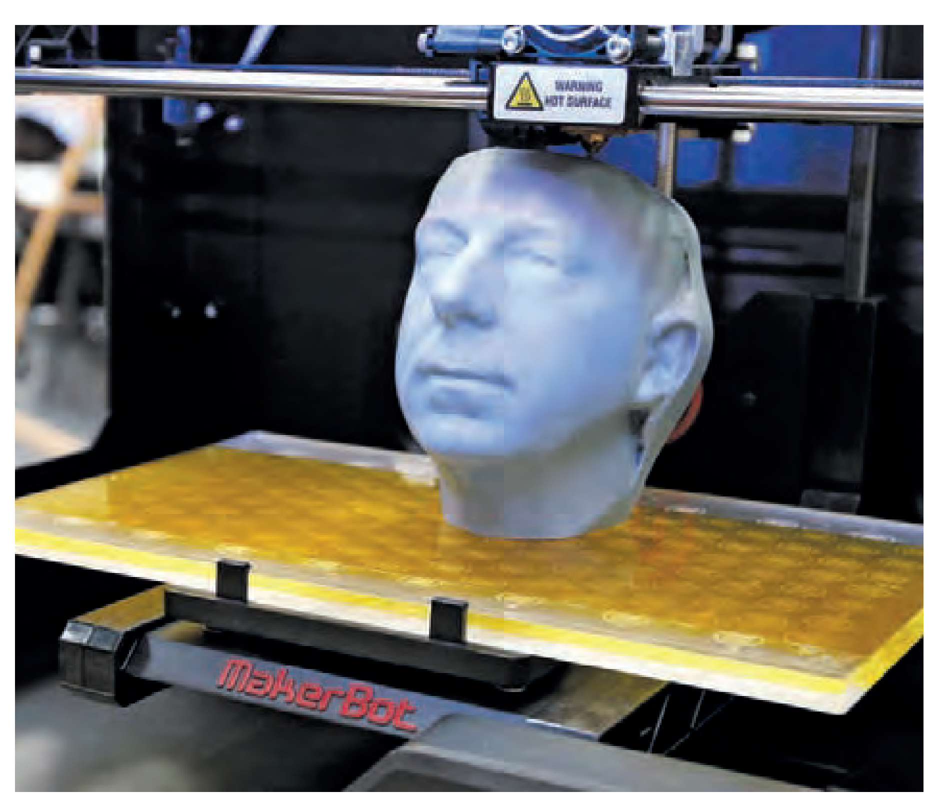
ANNE HODGE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

قيامهم بتَبَنِّي أحد الأطفال. كما أنها تقدم إجازة أبوة لمدة ثلاثة أشهر، ولذلك.. فإن زوج أكسفورد، كريستوفر كوزاوا، عالِم الأنثربولوجيا الحيوية في نورثويسترن، بقي هو الآخر في المنزل لمدة ثلاثة أشهر بعد ولادة ابنهما. تقول أكسفورد: «إن هذه الأشهر الأولى تُعَدّ أساسية في تكوين الأطفال. وإذا استطاع المزيد من الآباء أَخْذ إجازة من العمل لوقت كاف ليمكثوا في المنزل مع أبنائهم في الأشهر الأولى لحياتهم، فأعتقد أنه سيكون هناك المزيد من الآباء الذين يشعرون بالارتياح بنسبة 100%، إذا ما تُركوا وحدهم مع الأطفال، والمزيد من الأمهات اللاتي يشعرن بالراحة لتركهم».

يشير كوزاوا إلى أن الوقت الذي قضاه في المنزل سمح له ولأكسفورد بأنْ يتعرفا معًا على تعقيدات رعاية ابنهما. ويضيف: «لقد توصلنا إلى أنماط رعايته معًا. لذلك.. لم أشعر أبدًا أن أحدنا هو الراعي الأساسي للطفل، بينما الآخر يجلس متفرجًا». تتوجه أكسفورد إلى جرينلاند هذا الصيف للعمل الميداني لمدة ثلاثة أسابيع، لكنها هي وزوجها يشعران بقلق أقل نوعًا ما حيال فترة غيابها الوشيكة. يقول كوزاوا: «لقد واجهنا كافة الأمور التي ترافق الأبوة؛ من أمور الرعاية في منتصف الليل، والغفوات في أوقات غريبة، والبكاء بغير سبب، ورفْض الطعام. وكان علينا أن نوجد حلولًا لكل هذا، وقد فعلنا». ■

أماندا ماسكاريللي كاتبة حرة في دنفر بكولورادو.



FABRIZIO BENSCH/REUTERS/CORBIS

تفتح الطباعة ثلاثية الأبعاد آفاقًا للتطبيق في عديد من المجالات، من بينها البحث العلمي.

تقنية

بنــــاء الفــرص

مع تزايد الاهتمام بالطباعة ثلاثية الأبعاد، هناك وظائف ومناصب بحثية عديدة يتم استحداثها.

نيل سافاج

بدأ كيريل فيديميش حياته المهنية كمهندس في برمجيات الجرافيك في كاليفورنيا، حيث قضى ثمانية أعوام في شركة «بيكسار أنيميشن ستوديو» في إيميريفيل، ثم أربعة أعوام أخرى في شركة «إنتل» صانعة الرقائق الإلكترونية في سانتا كلارا، لكنه أراد أن ينتقل إلى ما هو أبعد من عالم أفلام الرسوم المتحركة وألعاب الفيديو إلى شيء آخر موجود خارج نطاق الشاشة. لذا.. ففي فبراير 2012 التحق بمجموعة التصنيع الحاسوبي في معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج، وهو الآن يدرس الدكتوراة في التصنيع الحاسوبي، ويقوم بصياغة برمجيات توجِّه الطابعات ثلاثية الأبعاد لبناء أجسام معقدة.

يقول فيديميش: «أشعر بالحماسة تجاه العمل على الأشياء المادية، كنوع من التغيير. لم أكن أبدًا صانعًا للأشياء، لكنني دائمًا أردت أن أكون كذلك. أردت أن ألعب بأشياء أكثر مادِّيَّة». ويضيف قائلًا: «أعتقد أنه من الممتع أن تصل إلى التقاطع الذي تستطيع فيه أن تجمع بين المعرفة بعلوم الكمبيوتر والإلكترونيات، وبين المواد الملموسة».

وبالفعل، يُعَدّ مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد ـ المعروف كذلك باسم التصنيع بالإضافة ـ مجالًا متناميًا يجتذب الباحثين من عدة تخصصات متنوعة، منها الحوسبة، وعلوم المواد، والهندسة الميكانيكية والكهربائية، والفيزياء، والكيمياء، وحتى الأحياء. وهذه التخصصات مطلوبة لتطوير التكنولوجيا؛ لتكون قادرة على تغيير أساليب الصناعة، واستحداث كافة أنواع المنتجات التي لم يكن إنتاجها ممكنًا في السابق؛ ابتداء من قطع غيار للطائرات ذات الأوزان الأخف، إلى المكعبات التي يمكن فتحها لتصبح قِطَع أثاث، وحتى روبوتات «البيوبوتس» biobots الحيوية المصنَّعة من خلايا حية.

تقول شركة «وولرز أسوشييتس» Wohlers Associates ـ وهي شركة استشارات في فورت كولينز بكولورادو، تهتم أساسًا بالقطاع الصناعي ـ إن السوق العالمي لمنتجات وخدمات الطباعة ثلاثية الأبعاد قفز إلى 3.1 مليار دولار أمريكي في عام 2013 (بارتفاع بنسبة 35% عن عام 2012)، كما تتوقع أن ينمو ليصل إلى 10.8 مليار دولار بحلول عام 2021. وهذا بالتأكيد سيفتح فرصًا لوظائف جديدة في المجال، حسبما يقول رئيس الشركة، تيري وولرز. ويوضح قائلًا: «كلما تنامت تلك الصناعة؛ تزايَد الاحتياج إلى المصمِّمين والعلماء والباحثين ـ خاصة الكيميائيين ـ لتطوير مواد جديدة. كما أننا سنحتاج إلى مهندسي الميكانيكا والكهرباء؛ لتطوير أجيال جديدة من الطابعات ثلاثية الأبعاد، وكذلك مهندسي التصنيع؛ لتطوير عمليات التصنيع وسلاسل التوريد، وأيضًا إلى مدربين؛ لتقديم كل هذا إلى جيل جديد من المصممين والفنيين وغيرهم».

بعض هذه الوظائف سيكون في الشركات البالغة نحو ثلاثين شركة التي تُصَنِّع أنظمة الطباعة في أوروبا، والولايات المتحدة، والصين، واليابان. تقول كاثي لويس، مديرة التسويق في إحدى تلك الشركات، وهي «ثري دي سيستيمز» 3D Systems في روكهيل بساوث كارولينا، التي لديها قائمة بوظائف متاحة للمهندسين من مختلف المجالات: «إن آفاق التوظيف جيدة جدًّا». وترى أنه من الصعب التنبؤ بالرقم الحقيقي لمن سيتم توظيفهم مستقبلًا، ولكنها تشير إلى أن موظفي الشركة تزايدوا من 300 موظف منذ أربع سنوات إلى 1500 موظف اليوم، غالبيتهم في مناصب تقنية.

وقد بدأت الحكومات حول العالم تغدق المال على المشروعات البحثية التي تستهدف تطوير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد؛ لتنتقل من مجرد مجال متخصص إلى أن تصبح جزءًا أساسيًّا في التصنيع، حيث تخصِّص تمويلًا لتشجيع المشارَكات بين الجامعات والقطاع الصناعي. ففي عام 2012، على سبيل المثال، أنشأت الحكومة الأمريكية «المعهد القومي لإبداعات التصنيع بالإضافة»، منذ أن منحت شركة «أمريكا ميكس» America Makes ـ ومقرها في يونجستاون في أوهايو ـ 30 مليون دولار في صورة تمويل حكومي، و40 مليونًا أخرى من القطاع الصناعي. وقد منح المعهد بالفعل 13.5 مليون دولار في صورة تمويل مطابق إلى فِرَق بحثية من القطاع الصناعي، وكذلك المؤسسات الأكاديمية. كما تقوم كلٌّ من المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم، ووكالة المشروعات البحثية ◄

الدفاعية المتطورة، ووكالة «ناسا» بتمويل أبحاث في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد.

في عام 2013، أعلنت حكومة سنغافورة أنها تنوي استثمار 500 مليون دولار سنغافوري (400 مليون دولار أمريكي) على مدار خمسة أعوام في أبحاث حول الطباعة ثلاثية الأبعاد، وغيرها من التقنيات الابتكارية، مثل الروبوتيّات، كما تنوي الحكومة الصينية استثمار 240 مليون دولار أمريكي في الطباعة ثلاثية الأبعاد على مدار ثلاث سنوات. وفي الصيف الماضي، أعلن «مجلس استراتيجية التقنية»، و«مجالس الأبحاث» في المملكة المتحدة أنها تخصص 8.4 ملايين جنيه إسترليني (14.22 مليون دولار أمريكي) لتمويل مثل هذه الأبحاث. إنه من الصعب تحديد عدد الوظائف التي سيُترجَم إليها كل هذا، لكن ديفيد بوريل ـ مهندس الميكانيكا وعالِم المواد الذي يدير «مختبر تصنيع الأشكال الحرة» في جامعة تكساس بأوستين ـ يقول إنه سمع بجامعات تقوم بتعيين المزيد من أعضاء هيئة التدريس الذين يركزون على الطباعة ثلاثية الأبعاد. ويضيف: «هناك ارتفاع ملحوظ حدث خلال السنوات القليلة الماضية، نتيجة لتزايد الاهتمام الشعبي والحكومي بهذا المجال. إن هذا هو المجال الذي يريدون أن يعيّنوا فيه المزيد من العاملين». ويرى أن زيادة الاهتمام ترجع جزئيًّا إلى انتهاء صلاحية براءات اختراع المؤسِّسين بالنسبة إلى تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، وهو ما يعني أنها باتت الآن أقل تكلفةً بالنسبة إلى الشركات الراغبة في دخول هذا المجال.

قيمة مضافة

من جانبه، أخذ فيديميش فكرة من صناعة الجرافيك، واستخدمها لإنشاء برمجية «أوبن فاب» OpenFab، وهو برنامج تصميم بمساعدة الحاسوب يُستخدم لبناء أجسام من أكثر من مادة واحدة. إن برامج الكمبيوتر التي تصف الشكل ثلاثي الأبعاد للجسم، وكذلك الأماكن المحددة التي تذهب إليها كل مادة، تكون في بعض الأحيان كبيرة جدًّا، بحيث إنها تعوق عملية الطباعة. لذا.. فبدلًا من محاولة تصنيع الجسم كله دفعة واحدة، يقوم البرنامج الذي اخترعه فيديميش بتجزئته إلى أقسام صغيرة، ويُغذي الطابعة بوصفٍ لما ستقوم به في كل قسم. وهذه هي الطريقة نفسها التي تقوم فيها برمجيات الجرافيك بإنتاج الصور المعقدة في ألعاب الفيديو، حيث تتعامل معها كأنها مجموعة من المشكلات الصغيرة، بدلًا من كونها واحدة كبيرة.

في شركة «ثري دي سيستيمز» يقول مهدي مُجْدِة ـ مدير الطباعة ثلاثية الأبعاد، الحاصل على زمالة في التقنية ـ إن الكثير من أبحاث الشركة يستهدف تحسين سرعة ودقة العملية. وبالرغم من أن القطاع الصناعي كان يستخدم تلك التقنية منذ فترة لتصميم المنتجات الجديدة ووضع نماذجها الأولية، إلا أن مجدة يقول: «إننا نحاول أن ندفع بالطباعة ثلاثية الأبعاد باتجاه بيئة التصنيع والإنتاج».

تستخدم شركة جنرال إليكتريك General Electric في فيرفيلد بكونيتيكت هذه التقنية بشكل متزايد لإنشاء أجزاء تُستخدم في منتجاتها، ابتداءً من الثلاجات، حتى المحركات النفاثة. ولدى الشركة أكثر من 500 موظف يعملون بشكل مباشر على الطباعة ثلاثية الأبعاد، ويقول العالِم ستيفان بيلر ـ رئيس قسم التصنيع في الشركة ـ إن هذا الرقم من المحتمل أن يتزايد. ويضيف: «لا شك في ذلك. إن التصنيع بالإضافة سوف يغيِّر وجه شركة جنرال إليكتريك، وسوف يغيِّر وجه التصنيع ككل. ولا أعتقد أن أحدًا ستكون لديه مشكلة في إيجاد وظيفة في هذا المجال».

ويقول مجدة إنّ الباحثين الذين يركزون على خصائص المواد يُعَدُّون مِن أهم الاحتياجات الأساسية لهذا المجال. فالشركات تريد أن تتوسع في نطاق خصائص المواد المتاحة، مثل القوة، والصلابة، والتوصيل، وغيرها. وكلما كان نطاق الخصائص أوسع؛ كثرت أنواع الأجسام التي يمكن تصنيعها، وزادت وظائف هذه الأجسام. ومن بين الاحتياجات الرئيسة كذلك العلماء الذين يعملون على هدف أبعد للصناعة، هو الطباعة متعددة المواد، أو بناء الأجزاء المصنوعة من مواد مختلفة، مثل: جزء من المحرك مصنوع من السيراميك، مثبَّت به دارات كهربائية معدنية. فهناك قِلَّة من المنتجات تتكون من مادة واحدة فقط، لكن الآلات ثلاثية الأبعاد تستطيع اليوم الطباعة باثنين فقط من البوليمرات على الأكثر.

إن هذه الأهداف تعني أن القطاع الصناعي يحتاج إلى باحثين يستطيعون تطوير المواد ذات الخصائص المرغوبة، وإلى الذين يستطيعون أن يجعلوا تقنيات الطباعة المختلفة تعمل باستخدام هذه المواد الجديدة، وباستخدامها مع بعضها البعض. فحتى الآن، ليس من الممكن طباعة المعادن والبلاستيك في آلة الطباعة نفسها، لأن الحرارة اللازمة لصهر المعدن سوف تؤدي إلى تبخر البلاستيك. ولإيجاد الحلول اللازمة، يجب أن يعمل باحثون ومهندسون من تخصصات علمية مختلفة معًا، لأن تحقيق التقدم في أحد المجالات يعتمد على المجالات الأخرى، ويؤثر عليها. يقول كريستوفر تاك، نائب مدير مركز التصنيع الابتكاري في التصنيع بالإضافة، التابع لمجلس بحوث الهندسة والعلوم الفيزيائية بجامعة نوتنجهام بالمملكة المتحدة: «إذا قمت باستمرار بتطوير المواد، فإن عمليات التصنيع سوف تتغير، وسوف تنشأ أنظمة تصميم جديدة، ولذلك.. فإن هذا التطوير يُعتبر هدفا بحثيًّا انتقاليًّا».

في فبراير الماضي، أطلق المركز برنامجًا جديدًا للدراسات العليا، وهو جزء مِن تحرُّك متنامٍ يستهدف تدريب الباحثين لتحقيق هذه الأهداف (انظر: «دراسة حالة»). كما أنه يستهدف إعداد الأشخاص ذوي الخلفيات العلمية المتباينة؛ لاستخدام خبراتهم في حل مشكلات الطباعة ثلاثية الأبعاد؛ مِثْل عالِم أحياء يريد طباعة أعضاء صناعية باستخدام خلايا حية، أو عالِم كيمياء في مجال البوليمرات يعمل على تصنيع قطع بلاستيكية أكثر قدرة على التحمل. ويتطلع المركز إلى 66 طالبًا لبرنامج الدكتوراة، الذي يبدأ في أكتوبر المقبل. ويقول تاك: «سوف نقوم بتوظيف علماء ومهندسين من خارج مجال الهندسة الميكانيكية. وسيكون هناك الكثير من تخصصات الفيزياء، والكيمياء، وربما الأحياء».

وسوف يقضي كافة الطلاب عامهم الأول في نوتنجهام؛ ليحصلوا على خلفية علمية في كيفية عمل الطباعة ثلاثية



صانعو المجوهرات يستفيدون من الطباعة ثلاثية الأبعاد.

STEFANO TINTI/SHUTTERSTOCK

3D SYSTEMS

دراسة حالة

تعلُّم الطباعة ثلاثية الأبعاد

- تقدّم شركة «ثري دي سيستيمز» في روكهيل بساوث كاليفورنيا برامج تدريب داخلية في عدة مواقع، من بينها نيويورك، ولوس أنجيليس، وبوسطن، وذلك للأشخاص الذين يفكرون في اتخاذ مسار الأبحاث في الطباعة ثلاثية الأبعاد؛ لتحصيل خبرة مباشرة في التعامل مع الماكينات الخاصة بهذه الطباعة. http://www.3dsystems.com
- لدى العديد من الجامعات طابعات ثلاثية الأبعاد في أحد مختبراتها. وغالبًا ما تتوفر في نطاقات الباحثين الهواة ـ تلك التي توفِّر للعامة أنواعًا مختلفة من أدوات التصنيع لبناء الأشياء ـ إحدى تلك الطابعات، وتقدّم تدريبًا على استخدامها. http://hackerspaces.org/wiki
- موقع «رابيد توداي» يقدّم قائمة ببرامج الدرجات العلمية التي تتضمن دراسة الطباعة ثلاثية الأبعاد. http://www.rapidtoday.com/get_prototyping_education.html
- تقدم دورية «رابيد بروتوتايبينج» Rapid Prototyping Journal على الإنترنت مدخلًا في الكتابات حول الأبحاث الحالية والسابقة في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد. http://www.emeraldinsight.com
- يمكن للطلاب أن يفكروا في حضور مؤتمرات؛ لسماع تقارير حول الأبحاث الحالية، والحديث إلى أشخاص يعملون في مجال الطباعة.
- ينعقد «المؤتمر الدولي للتصنيع بالإضافة، والطباعة ثلاثية الأبعاد» في نوتنجهام بالمملكة المتحدة في الفترة ما بين 7 و11 يوليو. http://www.am-conference.com/
- تُعقَد الندوة السنوية الدولية الخامسة والعشرون للتصنيع الحر للمواد الصلبة في أوستين بولاية تكساس في الفترة ما بين 4 و6 أغسطس 2014. http://sffsymposium.engr.utexas.edu/
- يُعتبر مؤتمر ومعرض الطباعة ثلاثية الأبعاد مكانًا لعرض الأعمال التجارية للشركات، إذ يقدم عددًا من العروض كل عام من عدة دول حول العالم. http://www.mediabistro.com/inside3dprinting/
- تسرد أجندة التقويم الخاصة بموقع «رابيد بروتوتايبِنْج» عددًا من المؤتمرات المتنوعة المرتقبة. http://www.additive3d.com/conf.htm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأبعاد، لكنهم بعد ذلك سوف يتخصصون في واحدة من أربع مؤسسات، حسب مجال اهتمامهم. وستركز جامعة نوتنجهام على التصميم، والطباعة متعددة المواد والبوليمرات، وستختص جامعة لوفبورو بتقنيات الطباعة الهجينة، بينما ستركز جامعة ليفربول على الأبحاث حول المعادن، وستتخصص جامعة نيوكاسيل في التصنيع، بالإضافة إلى استخدامات الطب الحيوي.

التحوُّل إلى العالمية

في سبتمبر الماضي، افتتحت جامعة نانيانج التقنية في سنغافورة «مركز التصنيع بالإضافة». ويقدم المركز درجات الماجستير في الهندسة الدقيقة، والهندسة الميكانيكية، وأنظمة التصنيع والهندسة، وكلها ذات تخصص في التصنيع بالإضافة، إلى جانب درجات الدكتوراة في الهندسة الميكانيكية التي تشتمل على دراسة للتصنيع بالإضافة، كما أنها تمنح برامج تدريب داخلية للطلاب من كافة دول العالم.

وقد أدى إنشاء هذا المركز إلى توفير مَنَاصِب لباحثي ما بعد الدكتوراة، ومناصب أكاديمية في عديد من التخصصات، من بينها علم المواد، والهندسة الميكانيكية، والهندسة الكيميائية، وهندسة الطب الحيوي، حسبما يقول تشوا تشي كاي، الذي يترأس المركز، ويرى أنه من المبكر تَوَقُّع عدد الوظائف المرتبطة بمجال الطباعة ثلاثية الأبعاد التي قد تكون متاحة في عالم الأعمال بصفة عامة، لأن تلك التقنية لا تزال في مراحل تَبَنِّيها الأولى. ويوضح قائلًا: «بالرغم من ذلك.. فنحن نعتقد حقًّا أن هذه وظائف عالية القيمة؛ ستؤدي إلى تغيير ملامح هذا القطاع من الأعمال على وجه الخصوص». وكلما كبر هذا المجال ـ حسب توقعاته ـ «فإننا لن نحتاج فقط إلى مهندسين، ولكن أيضًا إلى خبراء الحاسوب، وعلماء الرياضيات، ومهندسي برمجيات، وعلماء المواد، وخبراء الجودة، وموفري حلول الأنظمة، وآخرين كثيرين؛ للإبقاء على النظام الإيكولوجي الاقتصادي للطباعة ثلاثية الأبعاد».



UNIV. NOTTINGHAM

«إذا قمت باستمرار بتطوير المواد؛ فإن عمليات التصنيع سوف تتغير»
كريستوفر تاك

يقول بوريل إنّ المؤسسات التي ليس لديها برامج نظامية لتلك التقنية غالبًا ما يكون لديها بعض الأبحاث المتعلقة بها. ويوضح: «بإمكانك أن تختار أيّ جامعة؛ وستجد أن لديها بعض الأنشطة في هذه الأيام، وأن لديها شخصًا واحدًا ـ على الأقل ـ يجرّب هذا المجال». ويتوقع أن يتطور هذا المجال ويتوسع بسرعة كافية على مدار الأعوام الخمسة أو العشرة التالية، لأنه سوف يكون هناك طلب كبير على الأشخاص حاملي الماجستير والدكتوراة. ويضيف بوريل: «نحن نقف على حافة تلك الموجة. والوقت الحالي هو الأنسب للانضمام إليها». ■

نيل سافاج كاتب حر، يقيم في لوويل بماساتشوستس.

نـقـطـة تحـوُّل
أشفين فيشواناث

تَسَلَّم أشفين فيشواناث ـ عالِم فيزياء المواد المكثفة في جامعة كاليفورنيا في بيركلي ـ زمالة جوجنهايم في إبريل الماضي، تكريمًا له على معرفته الاستثنائية. وسوف تسمح له هذه الزمالة بأنْ يمضي عدة أشهر في محاولة الوصول إلى الحالات الغريبة للمواد التي تنتج عن تفاعلات الجسيمات الكمية. ويشرح لنا كيف أن التواصل مع الزملاء في مجالات أخرى كان سببًا في تحويل وجه مساره الوظيفي.



لماذا اخترتَ مجال الفيزياء؟

بسبب نشأتي في الهند، أدركتُ أنه ليس من الشائع أن يتخذ المرء مسارًا علميًّا صِرْفًا. حصلتُ على الماجستير من معهد كانبور للتقنية في الهند، حيث كان 90% من الطلاب مهندسين. كما أن اختياري لفيزياء المواد المكثفة كان غير معتاد؛ فقد كان أقراني منجذبين أكثر إلى فيزياء الجسيمات، أو نظرية الأوتار. تمنيت أن أكون قادرًا على إجراء التجارب؛ لاختبار نظرياتي.

كيف تناولتَ رسالتك للدكتوراة؟

أعددتُ رسالة الدكتوراة في جامعة برنستون في نيوجيرسي. وتناولت الرسالة الموصلات الفائقة عالية الحرارة، وبالتحديد: كيف يختلف هيكلها عن بِنَى الموصِّلات الفائقة المعتادة. تبدو الإلكترونات كزوج من أوزان عصا رفع الأثقال، بدلًا من أن تظهر كزوج من الدوائر، كما في الأنواع الأخرى من الموصلات الفائقة. كانت رسالتي تستكشف التبعات التي تنشأ عن هذا النمط. لم تُستقبَل أيّ من أوراق الدكتوراة الخاصة بي بشكل مذهل، لكن زملائي لاحظوا أنني أقوم بالكثير من العمل بشكل مستقل، حيث أقوم بتأطير المشكلات، وإيجاد الحلول لها وحدي، إلى جانب العمل مع الباحث المشرف عليّ، وغيره من باحثي ما بعد الدكتوراة؛ فتلقّيتُ العديد من العروض، لإجراء أبحاث ما بعد الدكتوراة.

كيف اخترتَ ما بين عروض أبحاث ما بعد الدكتوراة؟

اتخذتُ قراري بناءً على جهات التعاون المحتمَلة، لأنني شعرت أني سأقوم بالبحث العلمي بشكل أفضل، إذا ما عملتُ مع شخص أستطيع أن أناقش أفكارًا معه. وخلال فترة الدكتوراة، لفتت انتباهي ورقة بحثية لسينثيل تودادري، عالِم فيزياء المواد المكثفة في معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج. فأرسلتُ إليه بريدًا إلكترونيًّا به بعض الأسئلة، وأطلقنا معًا مجالًا للتعاون في التوصيل الفائق. تعرّفنا على بعضنا البعض من الناحية العلمية، وفي النهاية قبلتُ بعَرْض لإجراء أبحاث ما بعد الدكتوراة في معهد ماساتشوستس؛ حتى نتمكن من الاستمرار في عملنا، وكانت لديَّ الحاسة الغزيزية الصحيحة لما هو مهم من المنظور طويل المدى.

وما الذي كنتَ تعمل عليه؟

درسنا خصائص الفواصل الانتقالية بين المراحل، وأظهرنا أن الفاصل الانتقالي بين المراحل ـ الذي كان غير ظاهر في الموصِّلات الفائقة ـ أصبح ظاهرًا على المستوى الكَمِّي. لذا.. فأنا أعتبر أن البريد الإلكتروني الذي أدَّى إلى فتح مجال هذا التعاون وهذه النتائج غير العادية هو نقطة تحول بالنسبة لي.

هل اغتنمتَ فرصة التقدم إلى وظيفةٍ يقود مسارها إلى التثبيت الوظيفي؟

لا، فهناك جامعات شجعتني على ذلك، لكنني أردت أن أقضي أكثر وقت ممكن كباحث ما بعد الدكتوراة، فلم أكن أظن أن لديَّ اكتشافًا مهمًّا بما فيه الكفاية؛ لإعطائي الزخم الضروري لإنشاء مختبر ناجح. وفي النهاية، حصلت على وظيفة في جامعة كاليفورنيا في بيركلي. وقد أتاح لي تأخير بدايتي لمدة عام أنْ أقضي المزيد من الوقت كباحث ما بعد الدكتوراة. وخلال ذلك العام، اكتشفتُ أنا وسينثيل ـ إلى جانب متعاونين آخرين ـ سمة انتقالية جديدة بين المراحل في المغناطيس، وهو ما يُعتبر نسبيًّا نقطة بداية للعمل في مجال الموصِّلات الفائقة عالية الحرارة. ولو أنني هرعت إلى المنصب الجامعي، لكنتُ قد فَوَّتُّ أحد أكثر الأوقات إنتاجية في مساري الوظيفي. وعندما أتخذُ قرارات متعلقة بالمسار الوظيفي، فإن التركيز على العلوم دائمًا ما يكون أفضل لي. وبعد عشرة أعوام، أعود مرة أخرى إلى الأسئلة البحثية التي طرحتها خلال فترة أبحاث ما بعد الدكتوراة.

ماذا ستفعل بخصوص هذه الزمالة؟

فيما يتعلق بحالات المواد ذات الخصائص غير المعروفة إلا نظريًّا فقط، يرى فريقي أنها موجودة بالفعل. وهذه الحالات تتبع قوانين الطبيعة، لكنني أريد أن أرى ما إذا كنا نستطيع أن نتعرف عليها في أنظمة مادية أو اصطناعية مصنوعة من غازات ذرية، أم لا. فعلى سبيل المثال.. أريد أن أجد نظامًا مناظِرًا للجرافين ثلاثي الأبعاد.

هل يمكن لهذه الزمالة أن تكون نقطة تحوُّل؟

نعم. فإذا استطعنا في النهاية أن نصنع هذه المواد، فإن هذا سيكون أمرًا عظيمًا. هذا هو حلم كل عالِم فيزياء نظرية.. أنْ يستطيع في يومٍ ما أنْ يجمع بين نظريةٍ حسنة، والتجارب التي تثبتها. ■

أجرت الحوار: فيرجينيا جوين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

القاتل اللص

رصاصة في الظلام.

ألتر إس. ريس

«هلّا أغلقتَ هذه اللعبة!» قالها ستيف بحدة؛ فنظر برِندان إليه بطرف عينه، وبدا مندهشًا ومتألمًا.

شعر ستيف بالأسى على الفور.. فهو لم يستطع أن يصرخ تجاه ما كان يحدث، لكن صياحه في وجه هذا الصبي الذي كان يتعرّض لمثل تلك الأمور لم يكن من الإنصاف في شيء. كان برِندان يبلغ من العمر اثني عشر عامًا، ولكنه كان كبيرًا بما يكفي لِفَهْم ما يدور حوله، على الرغم من أنه لم يكن كبيرًا بدرجة تجعله قادرًا على... على فعل أي شيء. كان برندان يبدو كما لو أنه لم يَنَمْ منذ وقت طويل، فهناك رضوضٌ أسفل عينيه، ويبدو وجهه شاحبًا. كان يبدو كما لو كان يحتضر.

قال ستيف: «أنا آسف! أرجو فقط أن تُنصِت لي قليلًا، هل توافق؟»

فرد برِندان: «نعم، ولكن اسمح لي بأنْ أنهي الأمور هنا. فأصدقائي سوف..»، ونظر من جديد إلى اللعبة التي كان يلعبها، وأخذ يسوق الأعذار عبر السمّاعتين المنصوبتين على أذنيه.

أصدقاء! فكَّر ستيف! كما لو كان للصبي أي أصدقاء حقيقيين، فما هم إلا مجرد أشخاص على شبكة الإنترنت. كان ينبغي أن أضغط بشدة أكبر بشأن المدرسة والمعسكر الصيفي، وأشياء من هذا القبيل. فات الأوان الآن. أخذ ستيف يلتقط أنفاسه ويحاول التركيز. لقد كانت وظيفته أن يكون أبًا لبرِندان، لأيّ مدة تبقَّت من عمر هذا الصبي، طالت أم قصرت.

«ها أنا ذا! ما هذا يا أبي؟ ما الذي تطبعه؟»

كان هناك صوت «تكتكة» وأزيز، صادر عن الطابعة وهي تنهي مهمّتها. أفضل نظام في السوق هو تقنية التلبيد بالليزر لأربعة معادن، بإجمالي 14 عنصرًا للمركبات غير المعدنية. كان ينبغي عليه أن يقضي وقته هذا مع ابنه، بدلًا من قضائه مع ألعابه. قال ستيف: «برامج البوت!» وأخرج الكبسولة التي تمت طباعتها، وناولها لبرِندان. «خذ! ابتلع هذه!».

قَطَّب برِندان حاجبيه، ولكنه أخذ الكبسولة وابتلعها بكوب من الماء. لقد أعطوه الكثير من الأقراص منذ أن اكتشفوا المشكلة، ولكنه لم يَشْكُ قط.

عندما انتهى ستيف من تثبيت البرنامج، كانت برامج البوت قد بدأت بالفعل تسري في مجرى دم برِندان، وكان الصبي يستند على كتف أبيه، ويبدو عليه الاهتمام. قال له ستيف: «أعتقد أن رؤية ما يجري سوف تساعدنا»، ولكن ذلك لم يكن صحيحًا تمامًا. كان الكتاب الذي يقرأه ستيف ينصح بأن يرى الأطفال ما يجري، وظنّ ستيف أن هذا معقول.

كشفت الشاشة عن مجموعة مُتداخلة ومُشوَّشة من الأشكال، تتحرك بسرعات مختلفة. قال ستيف: «هذه دماؤك، أترى؟»

«وتلك هي الخلايا السرطانية؟»



JACEY

انتفض ستيف في فزع، وتَمَنَّى لو أن برِندان لم يقل تلك الكلمة. رد ستيف: «لا! الخلايا المُحدَّدة باللون الأحمر هي خلايا الدم الحمراء. انظر هناك! تلك الخلية المُحدَّدة بالأصفر هي خلية دم بيضاء. بعض هذه الخلايا هي . . . بعضها هي التي لا تعمل بشكل سليم».

«مثل تلك الخلية؟»

رد ستيف: «أجل! تلك الخلايا التي تُشبه الشَّعْر هي الخلايا السيئة. وانظر إلى هذه أيضًا». ضغط ستيف بعض المفاتيح؛ فتَقَدَّمَ برنامج البوت إلى داخل الخلية؛ فتفككت الخلية.

انزلق برِندان بجانب ستيف، وجلس أمام لوحة المفاتيح قائلًا: «مُدهِش!».

«إذا تمكَّنَّا من عمل العلاج الكيماوي؛ فإن نخاع العظم من المُمكن أن يتوقف عن صنع...»

رد برِندان: «ولكننا لا نستطيع. كَبِدِي هو السبب. لقد جرّبنا أمورًا أخرى، ولكنها لم تنجح. لذا.. سأقوم بتفجيرها».

هزَّ ستيف رأسه، محاولًا ألّا تغلبه دموعه. كان الأمر يبدو معقولًا في الكتاب، ولكنه لن يكون سهلًا: «هناك الكثير والكثير من تلك الخلايا؛ لن يكون من السهل التخلص منها بهذه الطريقة. إنها عشرات الملايين، ولكن بإمكانك أن تحاول مع بعضٍ منها، وأن تبدأ معركتك معها».

رد برِندان، وقد بدأ يتكيف مع الأمر براحةٍ أكبر: «شكرًا يا أبي. ربما سأطلب من بعض أصدقائي المساعدة. هل هذه الأشياء متصلة ببعضها على الإنترنت؟»

رد ستيف: «لستُ متأكدًا». لقد أراد أن يبقى. لم يكن بوسعه حقيقةً أن يفعل أي شيء، ولكنه أراد البقاء. لقد كان التأمين الخاص بهم سيئًا بشدة، فلو حدث أن فقد وظيفته؛ سيذهب التأمين أيضًا. «أترى! لا بد أن أذهب إلى العمل. وإذا وجدتَ نموذجًا أفضل، يمكنك طباعته».

قال برِندان: «شكرًا!» ولكنه في واقع الأمر لم يكن ينصت لتلك الكلمات. يمكنك مقايضة لعبةٍ ما بلعبةٍ أخرى، ولكنّ الكتاب الذي كان يطالعه ستيف أوصى بفعل ذلك كخطوة أولى، وبدا أن ذلك قد نجح في إثارة اهتمام برِندان.

عندما عاد ستيف إلى المنزل، كان برِندان لا يزال يُفجِّر الليمفاويات السرطانية. ربما كان من الخطأ أن نجعله يظن أن بإمكانه هزيمة اللوكيميا بالقضاء على تلك الخلايا المريضة، الواحدة تلو الأخرى. كانت الفكرة المذكورة في الكتاب أن برِندان سوف يصاب بالإحباط والضجر سريعًا؛ وعندئذ سيتوقف، ثم يغضب ويعود إلى ذلك مرةً ثانية، حتى يعتاد في النهاية على فكرة أن المشكلة حقًّا كبيرة.

سأله ستيف: «كيف تسير الأمور؟»

ردّ برِندان وهو يتراجع وينظر إلى أبيه، وقد ارتسمت على وجهه ابتسامة مبتورة: «هذا الشخص ليس أنا. بمجرد أن بدأوا في الحصول على نقاط إضافية لمواقع التكاثر ...»

«أتقصد نُخاع العظم؟»

«نعم، نُخاع العظم المُعطَّل. وحتّى برغم النقاط المتعاقبة التي حصلت عليها المجموعة الأخيرة، لا يمكنك في الحقيقة الحصول على نقاط كثيرة بالعمل على شخص مثلي. ما زال هناك بعض الأشخاص يسعون إلى الحصول على تلك النقاط، ولكنني أعمل على شخص ما مِن فيجي، بدأ الطباعة لِتَوِّه».

حاول ستيف أن يستوعب.. ثم وَجَّه حديثه إلى برِندان: «هناك عشرات الملايين من الخلايا السرطانية موجودة في دمائك».

رد برِندان: «كانت موجودة. قام أصدقائي بتحسين واجهة الاتصالات ومهارة التصويب، وأراد أصدقاؤهم أيضًا تقديم المساعدة. هناك لوحة بترتيب المشاركين في اللعبة، وهناك العديد من الأفراد يلعبون».

سأله ستيف: «أتشعر بأنك أفضل؟» وأدار برِندان لِيُلقي عليه نظرةً عن كثب. كانت لا تزال تبدو على برِندان علامات عدم النوم، ولكنّ عينيه كانتا رائقتين، وبدت بشرته ربما أفضل قليلًا.

«نعم يا أبي، ولكن هذا الشخص.. أبي أنت تحطِّمني. أبي! يا إلهي! هناك شخص يحاول أن يسرق كل ما قتلتُه يا أبي!» ■

ألتر إس. ريس عالِم آثار ميداني، ومُحرِّر علمي. نُشرت أعماله الروائية في دوريّات عديدة، مثل: «فانتاسي أند ساينس فيكشن» *Fantasy & Science Fiction*، و«سترينج هورايزونز» *Strange Horizons*، و«ديلي ساينس فيكشن» *Daily Science Fiction*، وغيرها.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حيث تنمو المعرفة

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

www.kacst.edu.sa